

VU Research Portal

De baten van wonen aan water: Een hedonische prijsstudie naar de relatie tussen huizenprijzen, watertypen en waterkwaliteit

Brouwer, R.; Hess, S.M.; Wagtendonk, A.J.; Dekkers, J.E.C.

2007

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Brouwer, R., Hess, S. M., Wagtendonk, A. J., & Dekkers, J. E. C. (2007). *De baten van wonen aan water: Een hedonische prijsstudie naar de relatie tussen huizenprijzen, watertypen en waterkwaliteit*. (IVM; No. E-07/16). Instituut voor Milieuvraagstukken.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

De Baten van Wonen aan Water: Een Hedonische Prijsstudie naar de Relatie tussen Huizenprijzen, Watertypen en Waterkwaliteit

Roy Brouwer, Sebastiaan Hess, Alfred Wagtendonk, Jasper Dekkers

Rapport nummer E07-16

30 november, 2007



vrije Universiteit *amsterdam* / IVM

De hier gerapporteerde studie is onderdeel van het project “De Baten van de KRW en WB21”, gefinancierd door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) Lelystad. De auteurs zijn de Nederlandse Vereniging van Makelaars (NVM) dankbaar voor het verlenen van toegang tot hun dataset met huizenprijzen. Verder worden Henny van den Heuvel, Jacco Doze en Boris Teunis van het RIZA bedankt voor het aanleveren van de gebruikte waterkwaliteitsgegevens. Een woord van dank is ook verschuldigd aan Paul Koster en Arnout van Soesbergen voor hun hulp bij de bewerkingen van de waterkwaliteitdata. Tenslotte worden de leden van de begeleidingscommissie van dit project bedankt voor hun commentaar op een eerdere versie van dit rapport. De auteurs van dit rapport zijn als enige verantwoordelijk voor de hier gerapporteerde resultaten.

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken
Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen
Vrije Universiteit
De Boelelaan 1087
1081 HV
Amsterdam

Tel. 020-5989 555

Fax. 020-5989 553

E-mail: info@ivm.falw.vu.nl

Internet: <http://www.vu.nl/ivm>

Copyright © 2007, Instituut voor Milieuvraagstukken

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

Inhoudsopgave

Samenvatting	v
1. Inleiding	9
2. Theoretische achtergrond en statistisch model	11
3. Data en databewerking	13
3.1 De NVM database: transactieprizen en woningkenmerken	13
3.2 Buurt- en omgevingskarakteristieken	16
3.3 Watergerelateerde omgevingskarakteristieken	18
4. Resultaten	31
4.1 De invloed van water en waterkwaliteit op huizenprijzen in de vijf regio's	31
4.1.1 Woningkarakteristieken	33
4.1.2 Buurtkarakteristieken	34
4.1.3 Waterkarakteristieken	35
4.2 Vechtstreek	41
4.2.1 Woningkarakteristieken	41
4.2.2 Buurtkarakteristieken	43
4.2.3 Waterkarakteristieken	44
4.3 Rijnmond	45
4.3.1 Woningkarakteristieken	45
4.3.2 Buurtkarakteristieken	47
4.3.3 Waterkarakteristieken	48
4.4 Flevoland	49
4.4.1 Woningkarakteristieken	51
4.4.2 Buurtkarakteristieken	51
4.4.3 Waterkarakteristieken	52
4.5 Maasplassen	53
4.5.1 Woningkarakteristieken	53
4.5.2 Buurtkarakteristieken	56
4.5.3 Waterkarakteristieken	56
4.6 Gelderse Poort	56
4.6.1 Woningkarakteristieken	58
4.6.2 Buurtkarakteristieken	59
4.6.3 Waterkarakteristieken	59
5. Samenvatting en conclusies	61
Literatuur	68
Bijlage 1: Beschrijving GIS operaties en GIS bestanden	71
1.1 Waterlichamen en watertypen	71
1.2 Afstanden tot watertypen	75

1.3 Waterkwaliteit van waterlichamen	86
1.4 Kwaliteitsaspecten databestanden en uitgevoerde GIS operaties	91
1.6 Constructie basisbestanden waterlichamen OWM en TOP10	98
1.7 GIS bronbestanden	105
Bijlage 2: Regressie resultaten	106
Vechtstreek	106
Rijnmond	109
Flevoland	112
Maasplassen	115
Gelderse Poort	118

Samenvatting

Het doel van deze studie is tot een nadere onderbouwing te komen van de economische waarde van wonen aan water, met speciale aandacht voor het mogelijke effect van waterkwaliteit op huizenprijzen. Dit is gedaan door middel van het schatten van een hedonisch prijsmodel waarin wordt gekeken in hoeverre een significant verband kan worden gevonden tussen huizenprijzen en (1) de karakteristieken van deze huizen, (2) de karakteristieken van de buurt en omgeving van deze huizen, (3) de aanwezigheid van verschillende watertypen in de nabijheid van de huizen, en (4) de kwaliteit van de nabijgelegen watertypen. Een belangrijk deel van de onderzoekstijd zit in het opzetten en klaarmaken van de database voor vijf verschillende regio's in Nederland over de periode 1995-2005. In totaal bestaat de database uit bijna 216 duizend waarnemingen over een periode van 11 jaar (1995-2005), dat wil zeggen 216 duizend financiële transacties van huizen gekoppeld aan sociaal-demografische wijk- en buurtgegevens en geografische gegevens omtrent de aanwezigheid van water en waterkwaliteit.

Een generiek model is geschat voor alle regio's samen om te testen in hoeverre water in de vijf regio's samen een rol speelt bij het verklaren van de variatie in huizenprijzen en de kwaliteit van water. Met dit generieke model wordt aangetoond dat er significante verschillen bestaan tussen de vijf regio's. De regio waarin de analyse wordt uitgevoerd blijkt een significante invloed te hebben op de resultaten, wat aangeeft dat de resultaten niet algemeen toepasbaar zijn voor de rest van Nederland. Vanwege de omvang van de database en de variatie in watertypen per regio zijn daarom ook vijf aparte regiomodellen geschat.

De verschillende samengestelde waterkwaliteitsvariabelen zijn veelal zwaar gecorreleerd in alle regio's. Om te voorkomen dat er teveel correlatie ontstaat in de geschatte modellen zijn daarom interactietermen gemaakt van waterkwaliteitsparameters per watertype. Van alle waterkwaliteitsvariabelen blijkt doorzicht het vaakst een significant positief effect te hebben op de waargenomen huizenprijzen (hoe groter het doorzicht, hoe hoger in het algemeen de verkoopprijs). Daarom worden in dit rapport alleen de resultaten gepresenteerd voor doorzicht. Echter, significante effecten worden ook gevonden voor de andere waterkwaliteitsvariabelen (concentratie zware metalen, fosfor, chlorofyl-A en biologisch zuurstofverbruik).

In het generieke model wordt een significant afstandseffect gevonden voor water in de buurt van huizen. De waarde van wonen aan water is afhankelijk van de afstand die een huis van het water afstaat. Huizen dalen in waarde naarmate ze verder van water afstaan. Dit effect houdt op bij ongeveer 600 meter. Dit is twee keer zover als hetzelfde effect dat wordt gevonden voor de afstand van een huis tot open groene ruimte in de buurt. Uitgedrukt in de gemiddelde waarde van een huis in de steekproef in 2005 is een huis dat direct aan het water staat maximaal 6.500 euro meer waard zijn dan een huis dat op 600 meter afstand van het water staat, oftewel maximaal 2,9 procent van de gemiddelde verkoopwaarde. In de regiospecifieke modellen wordt in de meeste gevallen een constant lineaire meerprijs voor afstand gevonden. In een aantal gevallen blijkt de meerwaarde echter net als in het generieke model te variëren afhankelijk van de specifieke afstand dat een huis van het water afstaat. Dit is bijvoorbeeld het geval voor huizen die bij meren en plassen staan in de regio Vechtstreek, bij beken en riviertjes in de Maasplassen en grote rivieren in de regio Gelderse Poort.

In het generieke model worden significante positieve effecten gevonden van doorzicht op de prijzen van huizen in de nabijheid van meren, beken en kanalen. De meerwaarde van een huis met een gemiddelde verkoopwaarde van 225 duizend euro is 1.090 euro (0,5%) als het doorzicht van het dichtst-bijzijnde meer 10 centimeter toeneemt. Deze meerwaarde is 765 euro voor beken (0,3%) en 385 euro voor kanalen (0,2%). Significante verbanden worden eveneens gevonden voor de andere waterkwaliteitsvariabelen (zware metalen, fosfor, chlorofyl-A en zuurstofverbruik), maar niet voor alle watertypen. De geschatte modellen met deze alternatieve waterkwaliteitsvariabelen hebben een lagere verklaarde variantie dan de geschatte regiospecifieke modellen met de variabele doorzicht.

Hoewel er significante verschillen bestaan tussen de vijf regio's is op basis van de geschatte relaties in het generieke model een inschatting gemaakt van de mogelijke economische consequenties van implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water op de baten van wonen aan water in heel Nederland. Op basis van de geschatte afstandsrelaties in het generieke model wordt de totale economische waarde van wonen aan water in 2005 geschat op ongeveer 18,8 miljard euro. Deze waarde staat los van de waterkwaliteit. Als wordt verondersteld dat de implementatie van de KRW bijvoorbeeld leidt tot een verbetering van het doorzicht van alle wateren kan op basis van de geschatte relaties tussen doorzicht en huizenprijzen een totale economische waarde worden berekend voor alle huizen die als gevolg hiervan te maken krijgen met een waardestijging. De totale economische waarde behorend bij een verbetering van het doorzicht van alle wateren tot minimaal 50 centimeter wordt geraamd op ongeveer 335 miljoen euro en een verbetering tot minimaal 1 meter op ongeveer 5 miljard euro.

1. Inleiding

Wonen aan water heeft naar verwachting een economische meerwaarde. De baten van wonen aan water worden hoog ingeschat, zo ook in de maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) van de implementatie van de Kaderrichtlijn Water (KRW) in Nederland. Woongenot is de belangrijkste batenposten in de KRW volgens schattingen van Witteveen+Bos (2006), die op een totale baat van wonen aan water komen van 704 miljoen tot 2,3 miljard euro (contante waarde). Dit is gelijk aan maar liefst 42-46 procent van de totale baten van implementatie van de KRW in Nederland.

De economische waarde van wonen aan water gehanteerd door Witteveen+Bos is gebaseerd op de meerwaarde die Luttik en Zijlstra (1997) vinden voor wonen aan water aan de hand van huizenprijzen uit de periode 1989-1992, waaruit een meerwaarde voor afstand tot water wordt afgeleid van 12 tot 28 procent. In de studie van Luttik en Zijlstra (1997) wordt een lineaire regressie (OLS) uitgevoerd op een beperkt aantal verklarende omgevingsvariabelen (1 tot maximaal 4) op 8 locaties waarvan een beperkt aantal aan water grenzen. In de batenschatting voor de KRW past Witteveen+Bos (2006) het percentage van Luttik en Zijlstra voor het afstandseffect (huizen aan water) aan naar 5 procent, omdat volgens Witteveen+Bos onbekend is in hoeverre waterkwaliteit precies bijdraagt aan de meerwaarde van wonen aan water. Deze waarde wordt vervolgens toegerekend aan het effect van het aanleggen van natuurvriendelijke oevers in de buurt van huizen op huizenprijzen en vermenigvuldigd met de gemiddelde woningprijs in Nederland (€218000) en geaggregeerd over 450 duizend woningen die volgens Witteveen+Bos langs het water staan.

In dit rapport wordt de economische waarde van wonen aan water van specifieke kwaliteit nader onderzocht met behulp van een zogenaamd hedonisch prijsmodel. Dat wil zeggen, dat aan de hand van huizenprijzen zoals deze tot stand komen en waargenomen worden op de huizenmarkt wordt geprobeerd de economische meerwaarde van wonen aan water af te leiden, rekening houdend met de karakteristieken van de huizen en andere buurt- en omgevingskarakteristieken. Er wordt in dit rapport niet gekeken naar het mogelijke negatieve effect van wonen aan water als gevolg van overstromingsrisico's (zie hiervoor bijvoorbeeld Daniel et al., 2006). Startpunt van de analyse is een database van de Nederlandse Vereniging van Makelaars (NVM) over de periode 1995-2005 voor 5 verschillende regio's in Nederland: de Vechtstreek (Utrecht en klein deel Noord-Holland), Rijnmond (Zuid-Holland), Flevoland, de Maasplassen (Limburg) en de Gelderse Poort (Gelderland). De huizentransacties in deze database zijn gekoppeld aan buurt- en omgevingskenmerken uit de CBS Bodemstatistiek en het CBS Wijk en Buurtbestand (Koomen en Dekkers, 2006). Aanvullend hierop zijn de huizentransacties in een GIS op huisnummerniveau gekoppeld aan watertypen op verschillende afstanden in de buurt van het huis en is van al deze wateren de chemische en biologische kwaliteit bepaald op basis van bestaande monitoringdata vertrekt door het RIZA in Lelystad. Op basis van regressie-analyse wordt vervolgens getest in hoeverre er een significant verband kan worden gevonden tussen huizenprijzen en (1) de karakteristieken van deze huizen, (2) de karakteristieken van de buurt en omgeving van deze huizen, en (3) de aanwezigheid van water van bepaalde kwaliteit.

Het doel van dit rapport is om tot een nadere onderbouwing te komen van de economische waarde van wonen aan water, met speciale aandacht voor het mogelijke effect van waterkwaliteit op de woningprijs. De watervariabelen die in bovengenoemde regressieanalyse zullen worden meegenomen zijn: de afstand tot water, het watertype, het doorzicht, en de waterkwaliteit gemeten aan de hand van enkele (geaggregeerde) waterkwaliteitsindicatoren. Dit is de eerste studie in Nederland waarin met behulp van een hedonisch prijsmodel wordt geprobeerd de waarde van wonen aan water te bepalen, inclusief het effect van waterkwaliteit op woongenot.

Het rapport is als volgt opgezet. In het volgende hoofdstuk 2 wordt de gevolgde methodiek besproken. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de gebruikte database toegelicht. Hoofdstuk 4 presenteert de modelresultaten. De conclusies van deze studie worden op een rij gezet in het laatste hoofdstuk 5.

2. Theoretische achtergrond en statistisch model

In een hedonisch prijsmodel (zie bijvoorbeeld Rosen, 1974 of Champ et al., 2003) wordt de waarde van goederen en diensten, die niet op een markt worden verhandeld, zoals de meeste natuur en milieudiensten, afgeleid van de waarde van goederen die wel via bestaande markten verhandelbaar zijn, zoals huizen. Impliciet reflecteert de waarde van een huis ook de waarde van de omgeving waarin het staat. In zekere zin kan een hedonische prijsanalyse worden ondergebracht bij multi-attribute utility theory (zie de rapportage over het keuzemodel in Brouwer et al., 2007). Multi-attribute utility theorie is gebaseerd op het door Lancaster (1966) geïntroduceerde idee dat de waarde van een product of goed wordt bepaald door de kenmerken ervan.

Door middel van een regressieanalyse wordt geprobeerd de invloed van verschillende kenmerken van huizen en omgevingsvariabelen op huizenprijzen te achterhalen. Met de geschatte coëfficiënt van bijvoorbeeld de aanwezigheid van groen in de woonomgeving kan zo de verandering van de huizenprijs bij toe- of afname van de hoeveelheid groen berekend worden. Met andere woorden, met behulp van een hedonisch prijsmodel kunnen impliciete prijzen van kenmerken van huizen vastgesteld worden. De prijs van een huis wordt gebruikt om de relatieve bijdrage van omgevingskarakteristieken te schatten. De waarde van een huis is in principe de som van de waarde van de verschillende kenmerken ervan. Op deze manier wordt gepoogd het effect van moeilijk in geld uit te drukken omgevingskenmerken zoals natuur en milieu af te leiden van de marktprijs van huizen. Hedonische prijsanalyses zijn toegepast op verschillende onderzoeksgebieden. Het meest bekend is onderzoek naar de invloed van geluidshinder op woongenot (weg-, vlieg- of spoorverkeer: Lijesen et al., 2006; Nelson, 2004; Navrud, 2002). Andere toepassingen betreffen de waardering van open ruimte (Bastian et al., 2002; Geoghegan et al. 1997), overstromingsrisico's (Daniel et al., 2006) en wetlands (van der Kruk, 2005).

In het algemeen worden de volgende hoofdcategorieën van kenmerken voor huizen onderscheiden: (1) kenmerken van het huis zelf, zoals bijvoorbeeld de grootte van het huis, het aantal kamers, bouwjaar van het huis, staat van onderhoud, enzovoort, en (2) omgevingskenmerken zoals de sociaal-demografische kenmerken van de buurt waarin het huis staat, de ligging van het huis ten opzichte van winkels, scholen, hoofdwegen, openbaar groen, parken, uitzicht, stilte, enzovoort. Afhankelijk van het doel van het onderzoek en de beschikbaarheid van gegevens kunnen meerdere subcategorieën van impliciete kenmerken worden onderscheiden. In dit onderzoek ligt de nadruk vooral op de watergerelateerde omgevingskenmerken zoals (a) de afstand van een huis tot het dichtstbijzijnde water, (b) het watertype, en (c) de kwaliteit van dit water.

Het hedonisch prijsmodel dat in deze studie wordt geschat kan statistisch als volgt worden gespecificeerd:

$$P_{ij} = C + \sum \beta_{ij} H_{ij} + \sum \gamma_{ij} B_{ij} + \sum \lambda_{ij} W_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

waarbij P_{ij} de verkoopprijs is van een individueel huis i in regio j ($j=1-5$), C de constante, H_{ij} de karakteristieken van huis i in regio j , B_{ij} de buurtkarakteristieken van hetzelfde

huis, en W_{ij} de watergerelateerde omgevingskarakteristieken. De bijbehorende schattingsparameters zijn respectievelijk β , γ en λ . De storingstermen worden weergegeven door ε . In een OLS model zijn deze normaal verdeeld met een gemiddelde waarde gelijk aan nul en standaardfout gelijk aan σ : $N(0, \sigma)$. De meest geschikte functionele vorm en het model wordt bepaald door middel van econometrische en statistische analyse. De data die zijn gebruikt om bovenstaand model te schatten worden verder besproken in de volgende paragraaf.

3. Data en databewerking

Hieronder wordt de opgebouwde database besproken. Eerst wordt de NVM database besproken, gevolgd door de aanvullende omgevingskarakteristieken bepaald in GIS met behulp van de CBS Bodemstatistiek en het CBS Wijk en Buurtbestand. Tenslotte wordt stilgestaan bij de GIS procedures die zijn gehanteerd voor de opzet van de watergerelateerde variabelen.

3.1 De NVM database: transactieprizen en woningkenmerken

Op basis van de selectie van de vijf regio's (Vechtstreek, Rijnmond, Flevoland, Maasplassen en de Gelderse Poort) (zie Figuur 3.1), is NVM verzocht om de gegevens te mogen gebruiken van de binnen deze regio's gevonden NVM gebieden over een periode van 11 jaar (1995-2005). Het aantal bruikbare transacties binnen de 12 verschillende NVM gebieden wordt weergegeven in Tabel 3.1¹. In totaal bestaat de database uit bijna 216 duizend bruikbare waarnemingen. Het merendeel van alle transacties is uit Rijnmond (37%), gevolgd door de Vechtstreek (31%) en Gelderse Poort (13%). Uitgesplitst over de jaren, blijkt het merendeel van de gegevens (78%) betrekking te hebben op de periode 2000-2005. In het geval van de Maasplassen is dit percentage zelfs 91 procent.

Naast transactieprizen en de exacte data waarop de transactieprijs tot stand kwam, bevat de NVM database ook gegevens over de karakteristieken van de huizen, waaronder:

- woningtype (27 categorieën later geaggregeerd in 5 hoofdcategorieën)
- bouwjaar (8 periodes)
- of het een monument betreft (dummy)
- oppervlakte van de woning (m²) en woninginhoud (m³)
- aantal verdiepingen, aantal kamers, aantal badkamers
- of een garage, zolder, vliering of tuin aanwezig is (dummy)
- type woningisolatie (5 soorten isolatie)
- kwalificatie van het onderhoud binnen in en buiten aan de woning (slecht, matig, redelijk, goed, uitstekend).

De helft van alle transacties betreft eengezinswoningen, gevolgd door flats en appartementen (35%), en herenhuizen, villa's en woonboerderijen (15%). Slechts 0,1 procent van alle transacties heeft betrekking op een grachtenpand, en dan vooral in de Vechtstreek en Rijnmond. In de Vechtstreek en Rijnmond, waar een groot deel van de woningen uit flats bestaat, is de gemiddelde oppervlakte ook het kleinst. In deze regio's is ook

¹ De oorspronkelijke NVM database is gescreend op missing en onwaarschijnlijke waarden. Hiertoe zijn de transactiewaarden onder andere vergeleken met woonoppervlakte (m²) of transactiewaarden zonder nadere specificatie van het onroerende goed.

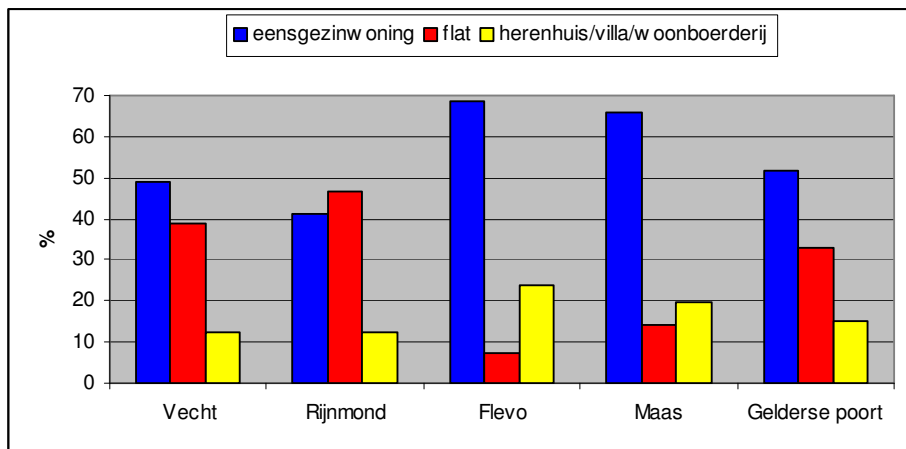
het aantal kamers het kleinst, en heeft een kleiner deel van de woningen een tuin in vergelijking met de andere drie regio's. De woningen met de grootste gemiddelde oppervlakte en het grootste aantal kamers bevinden zich in de Maasplassen. In Flevoland hebben de meeste woningen een tuin (Tabel 3.2)². De standaardafwijkingen van de geschatte gemiddelde waarden zijn vrij groot, wat aangeeft dat er in elke regio een grote spreiding bestaat.

Figuur 3.1: Geselecteerde case studie regio's



² De verschillen in Tabel 3.2 zijn weliswaar klein, maar statistisch significant bij een overschrijdingskans van 1 procent gebaseerd op de t-test behalve voor woonoppervlakte in de Vechtstreek en Rijnmond ($t=1,573$; $p=0,116$). Het aantal waarnemingen in de database is te groot om deze verschillen ook te kunnen testen op hun statistische significantie met behulp van niet-parametrische testen. Het programma SPSS loopt vast vanwege onvoldoende werkruimte geheugen.

Figuur 3.2: Type woningen in de NVM database



Tabel 3.1: Aantal transacties per regio en tijdsperiode

Regio	NVM regio	Aantal transacties		
		1995-1999	2000-2001	Totaal
Vechtstreek	Utrecht	17.048	49.165	66.213
	Het Gooi			
Rijnmond	Rotterdam	19.279	59.808	79.087
	Westland			
Flevoland	Lelystad	4.831	21.910	26.741
	Almere			
Maasplassen	Roermond	1.362	13.780	15.142
	Weert			
	Noord-Limburg			
Gelderse Poort	Ruurlo Eibergen	4.434	24.350	28.784
	Zutphen			
	Doetinchem			
Totaal		46.954	169.013	215.967

Tabel 3.2: Enkele gemiddelde woningkarakteristieken per regio

Huiskarakteristieken	Vechtstreek	Rijnmond	Flevoland	Maasplassen	Gelderse poort
Gem. oppervlakte (m ²)	111 (39)	111 (41)	126 (31)	136 (48)	119 (42)
Gem. aantal kamers	4,1 (1,3)	4,0 (1,2)	4,4 (1,0)	4,7 (1,3)	4,3 (1,2)
Met tuin (%)	49,3	45,2	76,9	68,4	62,1

Noot: standaardafwijking tussen haakjes.

De NVM levert de gegevens aan in SPSS-format exclusief de x,y coördinaten van een huis. De coördinaten worden daarna bij het Spatial Information Laboratory (SPINlab) van de Vrije Universiteit toegevoegd middels geocoding. Deze gegevens worden vervolgens op basis van deze x,y coördinaten ingelezen in ArcGIS, om vervolgens te kunnen worden gekoppeld aan verschillende buurt- en omgevingskenmerken. Dit wordt beschreven in de volgende paragraaf.

3.2 Buurt- en omgevingskarakteristieken

De volgende buurtgegevens zijn verzameld met behulp van het CBS Wijk en Buurtbestand 2001, CBS Bodemstatistiek 2000 en diverse infrastructuur datasets en gekoppeld aan de transacties uit de NVM database:

CBS Wijk en Buurtbestand 2001

- mate van stedelijkheid (categorische variabele met waarden van 1-5)
- bevolkingsdichtheid per buurt (inwoners/km²)
- gemiddeld inkomen per buurt (100€/inwoner)
- percentage niet-actieven per buurt
- percentage niet-westerse allochtonen per buurt

CBS Bodemstatistiek 2000

- afstand tot dichtstbijzijnde terrein met veronderstelde negatieve invloed (bedrijventerrein) (m)
- afstand tot lokaal groene open ruimte (m)
- afstand tot regionaal groene open ruimte (m).

Diverse infrastructuur datasets (bron: Milieu- en Natuurplanbureau)

- afstand huis tot dichtstbijzijnde treinstation (m)
- afstand huis tot dichtstbijzijnde snelweg (m)

Dataset uit ruimtegebruiksmodel Ruimtescanner (bron: Milieu- en Natuurplanbureau)

- niveau van stedelijke voorzieningen (indexvariabele 0-1)

Een wijk- en buurtcode is opgebouwd uit een gemeentepostcode van vier posities, gevolgd door een wijkcode van twee posities, gevolgd door een buurtcode van twee posities. De meeste variabelen spreken voor zich. Op grond van de omgevingsadressendichtheid is aan iedere buurt, wijk of gemeente een stedelijkheidsklasse toegekend door het CBS. De volgende klassenindeling is gehanteerd:

- 1: zeer sterk stedelijk ≥ 2500 omgevingsadressen per km²;
- 2: sterk stedelijk $1500 < 2500$ omgevingsadressen per km²;
- 3: matig stedelijk $1000 < 1500$ omgevingsadressen per km²;
- 4: weinig stedelijk $500 < 1000$ omgevingsadressen per km²;
- 5: niet stedelijk < 500 omgevingsadressen per km².

Het niveau van stedelijke voorzieningen is een getal tussen 0 en 1 afkomstig uit het ruimtegebruikmodel Ruimtescanner (zie <http://www.lumos.info> voor meer informatie), waarbij het aantal winkels en horecagelegenheden in een raster met cellen van 100 bij 100 meter is genormaliseerd. Het aantal inwoners per km² land is bepaald door het niet afgerond aantal inwoners op 1 januari 2001 te delen door de landoppervlakte in km². Het gemiddeld buurtinkomen geeft het gemiddeld besteedbaar inkomen per inwoner weer over het jaar 2000. Het gemiddeld besteedbaar inkomen is het totaal aan inkomsten van een individu verminderd met betaalde premies en belastingen. Het percentage niet-actieven bestaat uit het aantal inkomensontvangers van 15 tot en met 64 jaar dat in 1998 een uitkering als voornaamste inkomensbron had, uitgedrukt in hele procenten van het totaal aantal inkomensontvangers van 15 tot en met 64 jaar in datzelfde jaar.

Het percentage niet-westerse allochtonen geeft het aantal niet-westerse allochtonen weer in de buurt op 1 januari 2001, uitgedrukt in hele procenten van het totaal aantal inwoners. Het CBS rekent tot de allochtonen alle personen van wie ten minste één ouder in het buitenland is geboren.

Op basis van de CBS Bodemstatistiek is de afstand tot de dichtstbijzijnde open groene ruimte bepaald op lokaal en regionaal niveau, zoals een park of een bos. Lokaal niveau wil zeggen binnen een straal van 300 meter en regionaal niveau verder dan 300 meter met een aaneengesloten oppervlakte van meer dan 500 hectare.

Enkele relevante buurt- en omgevingskarakteristieken worden gepresenteerd in Tabel 3.3. Zoals verwacht is Rijnmond de dichtstbevolkte regio met bijna 7.500 personen per vierkante kilometer, gevolgd door de Vechtstreek. Het gemiddelde inkomen per inwoner verschilt niet erg veel tussen de regio's en varieert tussen 10,5 duizend in Flevoland en 12,5 duizend in de Vechtstreek, maar de verschillen in Tabel 3.3 zijn allemaal statistisch significant, behalve voor afstand tot groene ruimte tussen Rijnmond en Flevoland ($t=-1,320$; $p=0,320$) en voor afstand tot het dichtstbijzijnde treinstation tussen Rijnmond en de Maasplassen ($t=-1,308$; $p=0,191$). Het percentage niet-actieven in de buurt van de woningen in de NVM database is het hoogst in Rijnmond (17%), terwijl het percentage niet-westerse allochtonen het hoogst is in Flevoland gevolgd door Rijnmond en het laagst in de Maasplassen en de Gelderse Poort. De gemiddelde afstand naar het dichtst-

bijzijnde open groen varieert tussen de 132 meter in Rijnmond en Flevoland en 150 meter in de Vechtstreek.

Tabel 3.3: Enkele gemiddelde buurtkarakteristieken per regio over de periode 1995-2005

Buurtkarakteristieken	Vechtstreek	Rijnmond	Flevoland	Maasplassen	Gelderse poort
Bevolkingsdichtheid (personen/km ²)	6.306 (3.849)	7.386 (4.246)	4.385 (2.012)	3.089 (1.896)	4.146 (2.966)
Gemiddeld inkomen per inwoner (€)	12.435 (1.113)	11.559 (1.365)	10.577 (1.485)	10.738 (665)	11.469 (766)
Percentage niet-actieven	13,9 (18,8)	16,9 (17,3)	13,5 (5,5)	16,0 (13,2)	16,1 (17,8)
Percentage niet-westerse allochtonen	11,2 (5,7)	14,1 (8,0)	15,5 (8,4)	6,4 (6,0)	7,1 (6,5)
Afstand tot groene open ruimte (m)	150 (126)	133 (105)	132 (102)	139 (114)	136 (109)
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation (m)	3.125 (2.526)	2.826 (2.987)	2.930 (3.783)	2.860 (2.752)	2.333 (1.744)
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg (m)	2.063 (1.440)	1.854 (1.497)	3.017 (2.550)	3.193 (2.035)	2.133 (1.379)

Noot: standaardafwijking tussen haakjes.

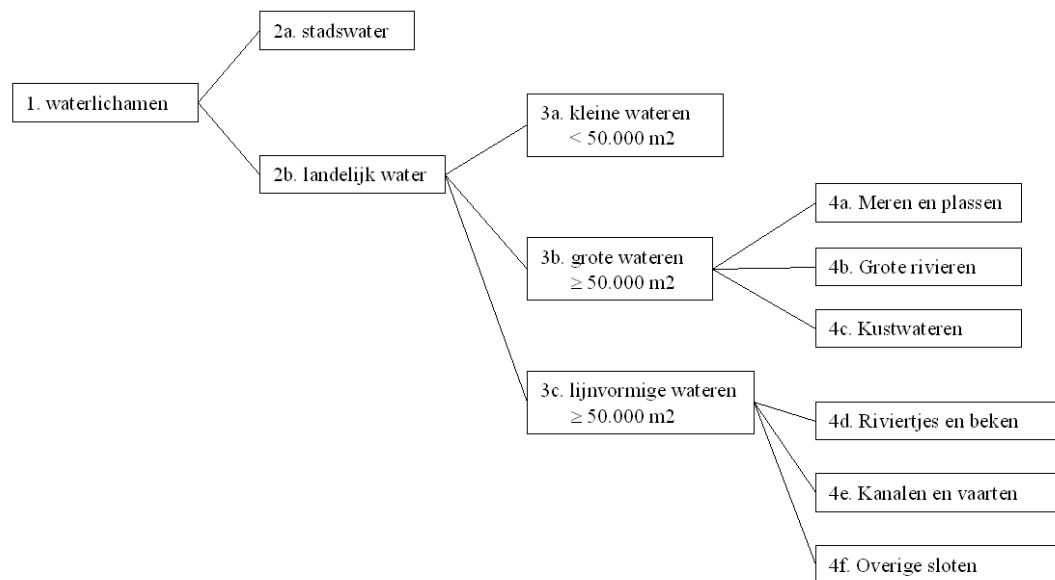
3.3 Watergerelateerde omgevingskarakteristieken

Voor de watergerelateerde buurtkarakteristieken zijn de volgende aspecten beschouwd en voor zover mogelijk ruimtelijk vertaald naar GIS kaarten:

- 1) Afstand tot en oppervlakte van verschillende nabijgelegen watertypen (stadswater, rivier, meer, kanaal, vaart, sloot);
- 2) Functie van het nabijgelegen watertype (zwemrecreatie, vaarrecreatie);
- 3) Waterkwaliteit van de nabijgelegen watertypen (zware metalen, zuurstof, doorzicht, chlorofyl, fosfaat).

Voor het onderscheid naar watertypen is een indeling gemaakt op basis van de KRW watertypen (zie de bijlage bij dit rapport voor een uitgebreide beschrijving van de uitgevoerde GIS operaties en bronvermeldingen van de gebruikte data). Gekozen is voor een eenvoudige indeling van oppervlaktewaterlichamen zoals aangegeven in Figuur 3.3.

Figuur 3.3: Indeling van oppervlaktewaterlichamen in watertypen



Belangrijk om te vermelden is dat in categorie 4f 'overige sloten' alleen de sloten zijn opgenomen die in de topografische kaart Nederland (1:10.000) als vlak zijn weergegeven en niet de grote hoeveelheid kleine slootjes die alleen als lijnen in dit GIS bestand zijn opgenomen. Verder is de term 'kustwateren' enigszins misleidend. Dit betreft niet alleen wateren die voor de kust liggen, maar alle wateren die daarmee in verbinding staan of beïnvloedt worden, dus inclusief wateren als Haringvliet en de Nieuwe Waterweg.

Voor alle huistransacties is de afstand tot het dichtstbijzijnde watertype berekend. De berekende afstandsvariabelen worden weergegeven in Tabel 3.4. Informatie over visstekken is ook gezocht, maar een volledig en betrouwbaar bestand hiervoor is niet gevonden en deze variabele (afstand tot dichtstbijzijnde visstek) kon daarom niet berekend worden. Naast de afstanden in Tabel 3.4 is ook een continue maat berekend voor de waterrijkheid in de buurt door de oppervlakte van al het water binnen een straal van 1 kilometer rondom de transactielocatie te nemen (zie Figuur 3.4). De eenvoudigste manier om deze laatste ruimtelijke variabele te berekenen is aan de hand van een reeks vector operaties. Echter, vanwege het grote aantal transacties moest een meer gecompliceerde procedure gevolgd worden. Beide procedures worden besproken in Bijlage 1 van het rapport.

A map of the study area, which is a coastal region with several islands and a large bay. A green dot marks the location of the sampling station. A scale bar indicates a distance of 1000 m. The map is enclosed in a red circle.

Variabele	Meetwaarde
Ligging aan stadswater 0-25 meter	Dummy Boolean waarde
Ligging aan stadswater 0-50 meter	Dummy Boolean waarde
Ligging aan stadswater 0-100 meter	Dummy Boolean waarde
Afstand tot kleine wateren	Continue Euclidean waarde
Afstand tot meren en plassen	Continue Euclidean waarde
Afstand tot grote rivieren	Continue Euclidean waarde
Afstand tot kustwateren	Continue Euclidean waarde
Afstand tot riviertjes en beekjes	Continue Euclidean waarde
Afstand tot kanalen en vaarten	Continue Euclidean waarde
Afstand tot overige sloten e.d.	Continue Euclidean waarde
Afstand tot zwemwaterlocaties	Continue Euclidean waarde
Afstand tot recreatievaarten	Continue Euclidean waarde
Afstand tot overstort locaties	Continue Euclidean waarde
Afstand tot rwzi	Continue Euclidean waarde

Een samenvatting van deze variabelen wordt per regio weergegeven in Tabel 3.5. De verschillen tussen de regio's zijn statistisch significant bij een overschrijdingskans van 5 procent met uitzondering van de gemiddelde afstand van de woning naar overige sloten en overstort locaties in Rijnmond en de Maasplassen ($t=-0,628$; $p\leq 0,530$ en $t=-1,092$; $p\leq 0,275$ respectievelijk), en de gemiddelde afstand van de woning naar de dichtstbijzijnde zwemlocatie in de Maasplassen en de Vechtstreek ($t=-1,017$; $p\leq 0,309$).

Tabel 3.5: Waterrijkheid en afstanden tot dichtstbijzijnde watertypen en recreatiewateren per regio

Waterkarakteristiek	Vechtstreek	Rijnmond	Flevoland	Maasplassen	Gelderse Poort
Wateroppervlak < 1 km (km ²)	1,9 (1,7)	3,2 (2,8)	2,7 (3,2)	9,4 (1,5)	1,4 (1,7)
Afstand tot dichtstbijzijnde water (m)	694 (543)	536 (352)	473 (315)	599 (332)	561 (325)
Afstand tot kleine wateren (m)	781 (556)	773 (560)	666 (431)	685 (349)	645 (377)
Afstand tot meren en plassen (m)	2.488 (1.386)	2.426 (1.313)	1.720 (1.151)	4.150 (549)	nvt
Afstand tot grote rivieren (m)	2.908 (1.271)	1.809 (1.354)	nvt	1.730 (1.238)	1.768 (1.106)
Afstand tot kustwateren (m)	nvt	2.031 (1.354)	nvt	nvt	nvt
Afstand tot riviertjes en beken (m)	2.005 (1.156)	2.941 (1.364)	3.410 (236)	1.350 (828)	2.639 (1.133)
Afstand tot kanalen en vaarten (m)	1.447 (872)	2.209 (1.214)	1.016 (714)	1.823 (1.192)	2.545 (1.359)
Afstand tot overige sloten ed (m)	2.081 (948)	2.664 (1260)	2.116 (1.196)	2.656 (1.243)	2.224 (1.188)
Afstand tot zwemlocaties (m)	2.943 (1.113)	2.623 (1.173)	2.334 (1.331)	2.932 (1.169)	3.053 (1.210)
Afstand tot recreatievaarten (m)	986 (764)	1.402 (995)	1.653 (1.227)	1.595 (1.245)	1.918 (1.064)
Afstand tot overstort locaties (m)	662 (584)	653 (495)	2.622 (1.428)	648 (392)	776 (564)

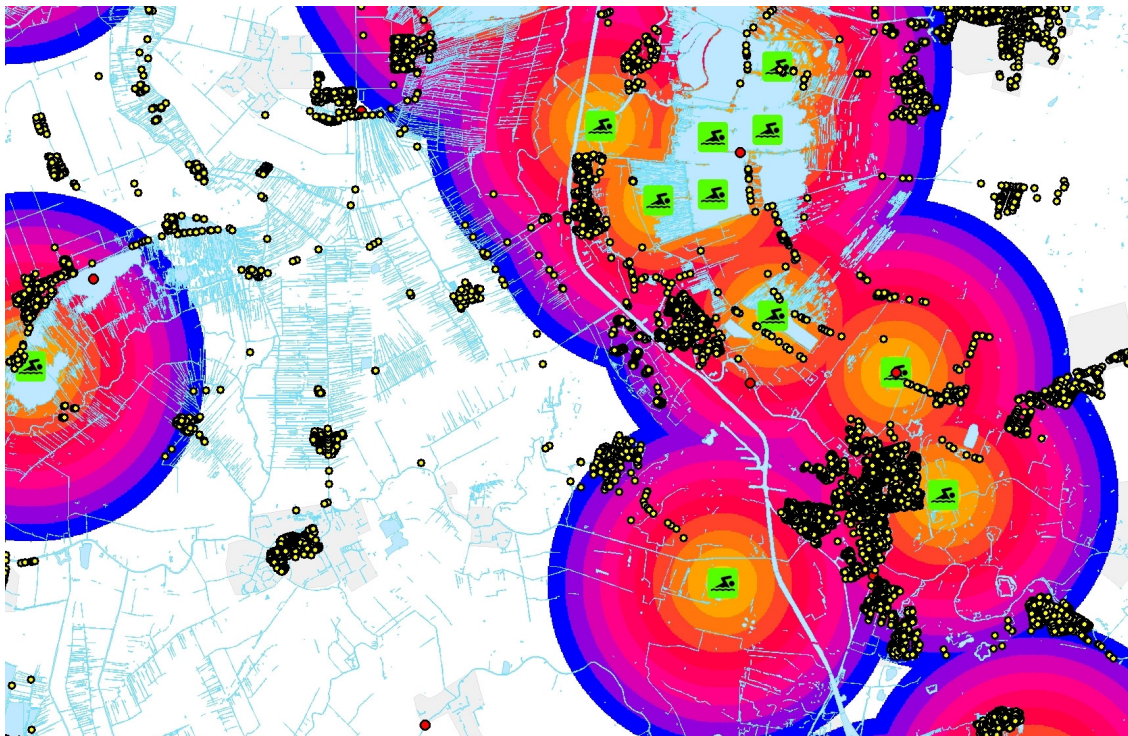
Noot: standaardafwijking tussen haakjes.

In de steekproef is de waterrijkheid binnen een straal van 1 kilometer gemiddeld 4 km². Uitschieter is de regio Maasplassen met 9,4 km². De waterrijkheid is het laagst in de re-

gio Gelderse Poort. Gemiddeld staat een huis in de steekproef op 585 meter afstand tot het dichtstbijzijnde water, ongeacht het type water, maar de standaarddeviatie is groot, wat aangeeft dat er een grote spreiding is. Kleine wateren ($< 50.000 \text{ m}^2$) zijn het meest voorkomende watertype. In bijna 65 procent van de gevallen staat een huis hier het dichtst bij, gevolgd door kanalen (14%), rivieren en kustwater (beide 6%). Opvallend is de relatief grote afstand tussen huizen en meren in de Maasplassen. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door het feit dat de Maasplassen in de KRW bij de grote rivieren worden gerekend. Het aantal transacties dat gekoppeld kan worden aan meren en plassen in Limburg is dan ook relatief laag ($n=380$).

Kustwater komt alleen voor in de regio Rijnmond. Gemiddeld staan de huizen in Rijnmond 2 km af van kustwater. Slechts 8 procent van alle huizen in de steekproef bevindt zich op een afstand van minder dan 25 meter van stadswater. Achttien procent bevindt zich op een afstand van maximaal 50 meter van stadswater. De gemiddelde afstand van een huis in de steekproef tot het dichtstbijzijnde open zwemwater is ongeveer 2,8 kilometer. Een kaartvoorbeeld van de berekening van zwemwaterpunten tot transactielocatie wordt weergegeven in Figuur 3.5. De afstand tussen huis en zwemwaterlocatie is het kleinst in Flevoland en het grootst in de Gelderse Poort. De toegang tot recreatievaarten is het verste weg in de regio Gelderse Poort en het kleinst in de regio Vechtstreek. Gemiddeld staat een huis 1,4 kilometer van een recreatievaart af. Tenslotte valt op dat de afstand tot de dichtstbijzijnde geregistreerde overstort kleiner is dan de dichtstbijzijnde zwemwater of recreatievaart. Gemiddeld bevindt zich op iets meer dan 725 meter afstand van de huizen in de steekproef een overstort. Deze afstand is het kleinst in de Maasplassen en Rijnmond (650 m), en het grootst in Flevoland (2.622 m).

Figuur 3.5: Voorbeeld locatie huizen transacties en zwemlocaties in de Vechtstreek



Tenslotte zijn door het RIZA gegevens verstrekt over meetwaarden van een aantal stoffen. De stoffen zijn geselecteerd in overleg met RIZA en waterecologie deskundigen van het IVM. Het gaat om acht zware metalen (arsen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink), fosfaat (uitgedrukt in mg totaal P), chlorofyl-a (in µg), doorzicht (Secchi diepte in dm) en zuurstof (in mg). Voor de acht zware metalen is gebruik gemaakt van jaarlijkse percentiel-90 waarden, de waarde waarvoor geldt dat 90% van de meetwaarden een waarde heeft die kleiner of gelijk is aan deze waarde. Deze is gebaseerd op alle metingen binnen één jaar voor één bepaald meetpunt, in het algemeen zijn dit 12 tot 13 metingen. De acht metalen zijn vervolgens uitgedrukt in één indexvariabele op basis van de Aquatische Ecotoxiciteitspotentie (AETP) (Huijbregts et al., 2000)³. De AETP wordt uitgedrukt in 1,4-Dichlorobenzeen-equivalenten. Hierdoor hoeven de berekende waarden niet verder bewerkt te worden. Deze equivalentiewaarden zijn vervolgens opgeteld om tot één variabele te komen. Zie Tabel 3.6 voor de gebruikte wegingsfactoren.

Tabel 3.6: AETP wegingsfactoren voor zware metalen

AETP wegingsfactoren	
1,4- Dichlorobenzeen	1
Kwik	1.700
Cadmium	1.500
Lood	9,6
Zink	920
Koper	1.200
Nikkel	3.200
Chroom	28
Arsen	210

Voor sommige meetpunten voor sommige jaren zijn geen meetwaarden voor alle acht zware metalen aanwezig. In dat geval is de som van de wel aanwezige equivalentiewaarden genomen. Hiermee is dus impliciet aangenomen dat ontbrekende zware metalen niet in het water aanwezig waren. Tabel 3.7 toont hoe vaak meetwaarden voor zware metalen ontbreken in de aangeleverde waterkwaliteitsdatabase. Zoals af te lezen in de tabel zijn er 9 gevallen waarbij een AETP index is berekend op basis van slechts één zwaar metaal. In driekwart van de gevallen is echter gerekend met waarnemingen voor minimaal 6 zware metalen.

³ De AETP van een stof wordt berekend door een risico ratio van de stof te delen door het risico ratio van een referentie stof. De risico ratio's zijn weer berekend door de voorspelde concentratie van de stof na emissie te delen door de no-effect concentratie van de stof (Van der Woerd et al., 2000).

Tabel 3.7: Frequentie zware metalen in de berekende index

Aantal metalen	N
1	9
2	472
3	135
4	135
5	10
6	477
7	952
8	928
Totaal	3.118

Voor de overige waterkwaliteitsvariabelen zoals fosfaat, chlorofyl-a, doorzicht en zuurstof zijn de werkelijke meetwaarden aangeleverd (in plaats van de percentiel-90 waarde). Deze zijn in eerste instantie verwerkt tot gemiddelden per kwartaal, vervolgens tot gemiddelden voor winter (kwartaal 1 en 4) en zomer (kwartaal 2 en 3), en uiteindelijk tot jaargemiddelden. Getoetst is of het onderscheid in winter- en zomerwaarden tot meer significante resultaten leidde in vergelijking met de gemiddelde waarden, maar dit is niet het geval.

Bij het middelen van de zomer- en wintermetingen moet rekening gehouden worden met ontbrekende waarden. Chlorofyl-a heeft bijvoorbeeld in 1995 6.658 maal wel een zomermeting, maar geen wintermeting. In deze gevallen is de gemiddelde jaarwaarde dus alleen gebaseerd op de zomermeting. Andersom, dat wil zeggen, wel een wintermeting maar geen zomermeting, komt niet voor. In 173.346 gevallen ontbreekt zowel de winter- en zomermeting. In 35.963 gevallen is er zowel een winter- als een zomermeting. Zuurstof heeft, als tweede voorbeeld, in 2004 7.270 maal een zomermeting, maar geen wintermeting. Ook hier is de gemiddelde jaarwaarde dus alleen gebaseerd op de zomermeting. Andersom, dat wil zeggen, wel een wintermeting maar geen zomermeting, komt voor zuurstof 354 maal voor. Beide ontbreken in 95.909 gevallen. In 112.434 gevallen is er zowel een winter- als een zomermeting.

Tabel 3.8 geeft een overzicht van het aantal transacties per studiegebied waarvoor in het dichtstbijzijnde waterlichaam met een meetpunt de complete reeks waterkwaliteitsvariabelen aanwezig is in het jaar van de transactie. De tweede kolom geeft het aantal transacties weer waarvoor zowel een zomer- als een winterwaarde beschikbaar is. Het aantal transacties waarvoor ofwel de zomer- of de winterwaarde ontbreekt wordt weergegeven in de derde en laatste kolom.

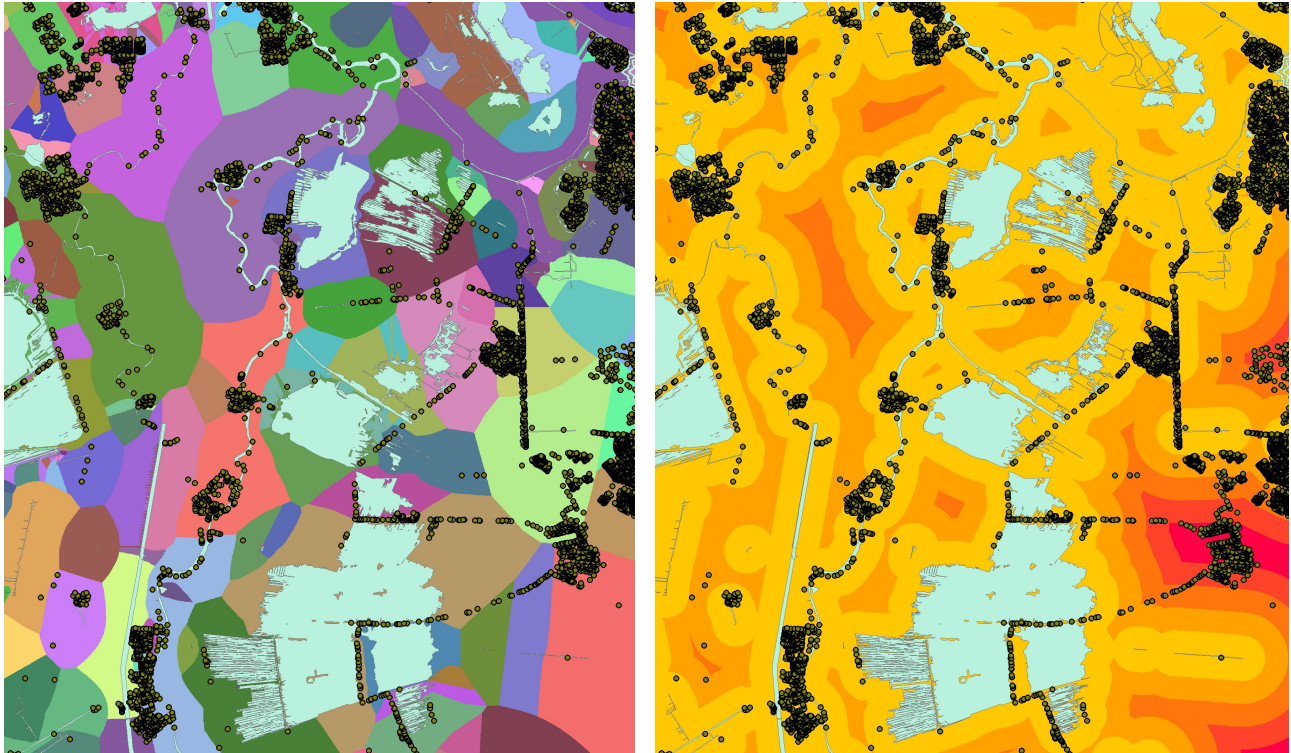
Tabel 3.8: Frequentie jaarlijks gemiddelde meetwaarden voor waterkwaliteitsvariabelen op basis van zomer en/of winterwaarde

Regio	Totaal aantal transacties	Zowel zomer- als winterwaarde	Alleen zomer- of winterwaarde
Vechtstreek	66.213	26.745	24.010
Rijnmond	79.087	36.512	34.430
Flevoland	26.741	5.146	2.735
Maasplassen	15.142	5.307	3.108
Gelderse Poort	28.784	4.153	2.515
Totaal	215.967	77.863	66.798

Om voor meer woningtransacties waterkwaliteitsgegevens mee te kunnen nemen in de analyses zijn ontbrekende waarden ingevuld op basis van de wel aanwezige metingen in het jaar ervoor of erna. Indien zowel voor als na het specifieke transactiejaar voor het specifieke waterlichaam een waarneming beschikbaar is, is het gemiddelde van deze omliggende jaren berekend. Indien er niet voor zowel het jaar ervoor als erna meetgegevens beschikbaar zijn, maar wel voor een van beide jaren, wordt die waarde ingevuld. Er is hierbij apart gekeken naar seizoenswaarden en gemiddelde jaarwaarden. In het eerste geval wordt alleen naar de betreffende seizoenswaarden gekeken, dus voor invulling van ontbrekende winterwaarden worden alleen andere winterwaarden gebruikt. Voor de extrapolatie zijn enkel meetgegevens uit hetzelfde waterlichaam gebruikt.

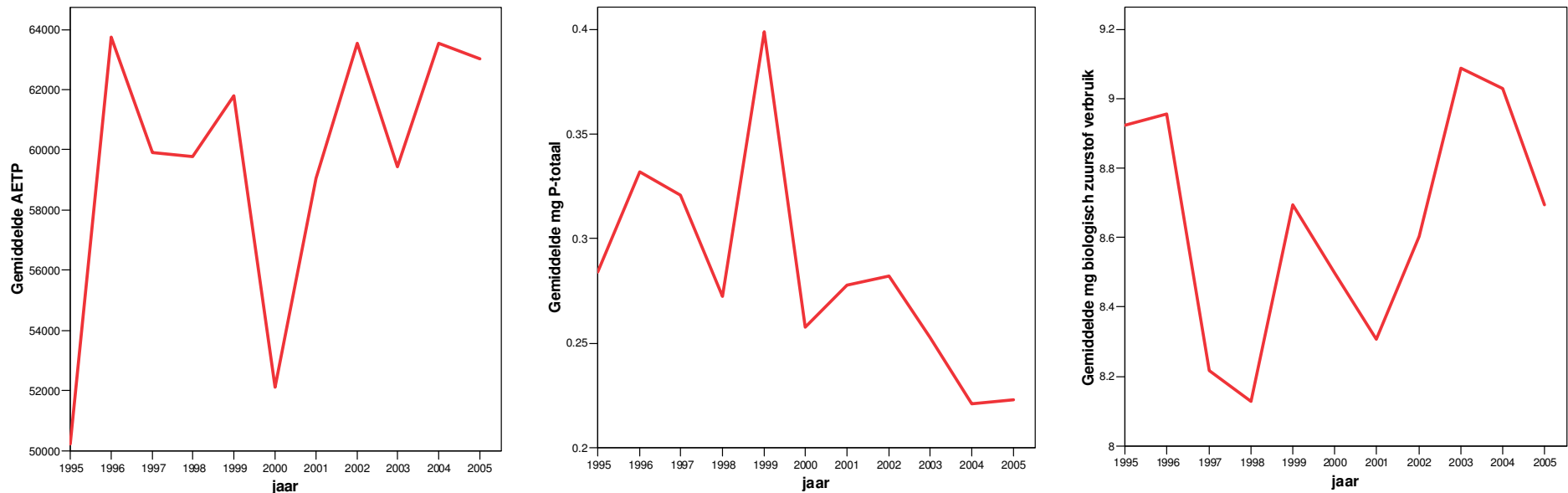
Na het screenen en opschonen van de waterkwaliteitsdatabase zijn ook deze meetwaarden gekoppeld aan de transactielocaties. Voor iedere meetwaarde is een x,y coördinaat beschikbaar. Dit coördinaat wordt eerst gekoppeld aan een waterlichaam en vervolgens aan een transactie. Hiertoe zijn twee afzonderlijke GIS bestanden opgezet, die uiteindelijk weer aan elkaar zijn gekoppeld. Ook deze procedure wordt uitgebreid besproken in de bijlage van dit rapport. Figuur 3.6 illustreert hoe transactielocaties eerst worden gekoppeld aan waterlichamen (middels “id kaart” van waterlichamen) waarvoor een meetwaarde beschikbaar is (linkerplaatje), en hoe deze vervolgens via de genoemde “id kaart” worden gerelateerd aan afstanden tot het dichtstbijzijnde waterlichaam (rechterplaatje). De verschillende kleuren in het linkerplaatje van Figuur 3.6 geven dus verschillende vlakken weer die elk representatief zijn voor een vanaf dat vlak meest dichtbij gelegen waterlichaam waarvoor kwaliteitsdata beschikbaar zijn, terwijl de kleuren in het rechterplaatje van Figuur 3.6 de Euclidische afstanden tot die waterlichamen weergeven rondom de verschillende transactielocaties.

Figuur 3.6: Koppeling transacties aan dichtstbijzijnde waterlichamen en waterkwaliteitsvariabelen



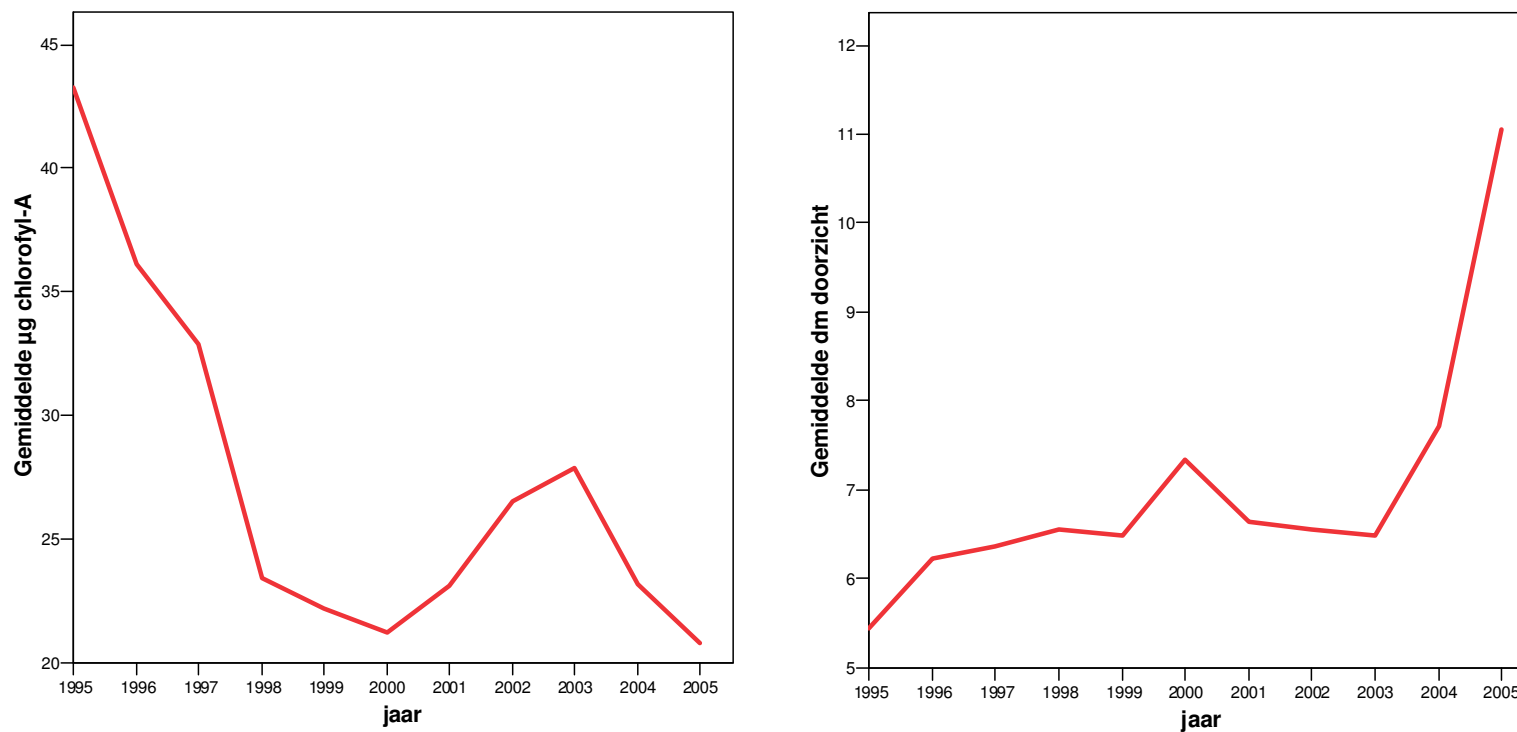
Over de periode 1995-2005 laten de meeste waterkwaliteitskenmerken in het algemeen voor alle watertypen gezamenlijk het verwachte verloop zien (Figuur 3.7). Alleen de AETP index is erg grillig. De ontwikkeling van fosfaat en chlorofyl-A laat een dalende trend zien (een lager gehalte leidt tot een betere waterkwaliteit), terwijl biologisch zuurstofverbruik (BZV) en doorzicht een toename vertonen over de periode 1995-2005. Het is belangrijk op te merken dat de trends in Figuur 3.7 zijn gebaseerd op berekende gemiddelde jaarlijkse waarden voor alle watertypen in alle vijf regio's. Binnen een jaar kunnen de waterkwaliteitsindicatoren gekoppeld aan individuele huistransacties in een specifieke regio flink verschillen.

Figuur 3.7: Ontwikkeling van de gemiddelde jaarlijkse waarde van waterkwaliteitsvariabelen over de periode 1995-2005 in de steekproef



Noot: Gemiddeld AETP-equivalenten (zware metalen): 60.730 (standaard afwijking als maat voor de variatie: 70.070). Gemiddelde fosfaat gehalte in mg P-totaal per liter: 0,27 (standaard afwijking als maat voor de variatie: 0,34). Gemiddeld biologisch zuurstofverbruik in mg per liter: 8,71 (standaard afwijking als maat voor de variatie: 1,95).

Figuur 3.7 vervolg: Ontwikkeling van de gemiddelde jaarlijkse waarde van waterkwaliteitsvariabelen over de periode 1995-2005 in de steekproef

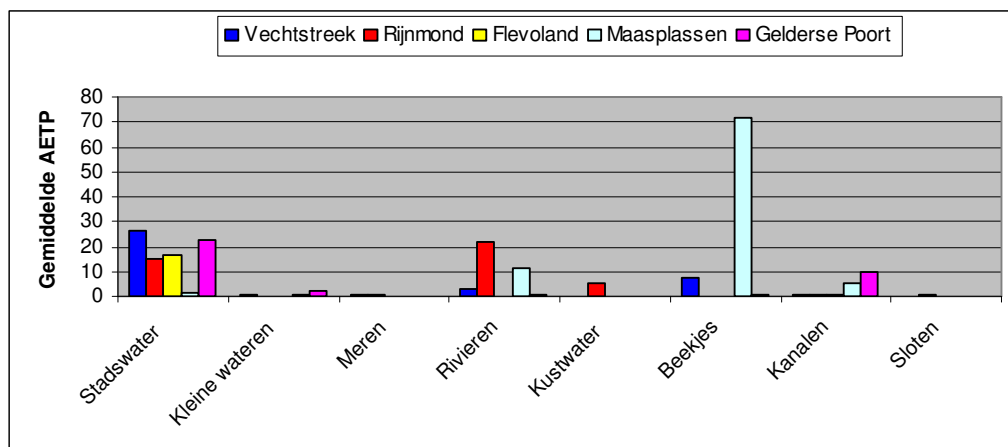


Noot: Gemiddeld chlorofyl-gehalte in μg per liter: 24,21 (standaard afwijking als maat voor de variatie: 35,41). Gemiddelde doorzicht in decimeters: 7,51 (=75,11 cm) (standaard afwijking als maat voor de variatie: 7,93 (=79,33 cm)).

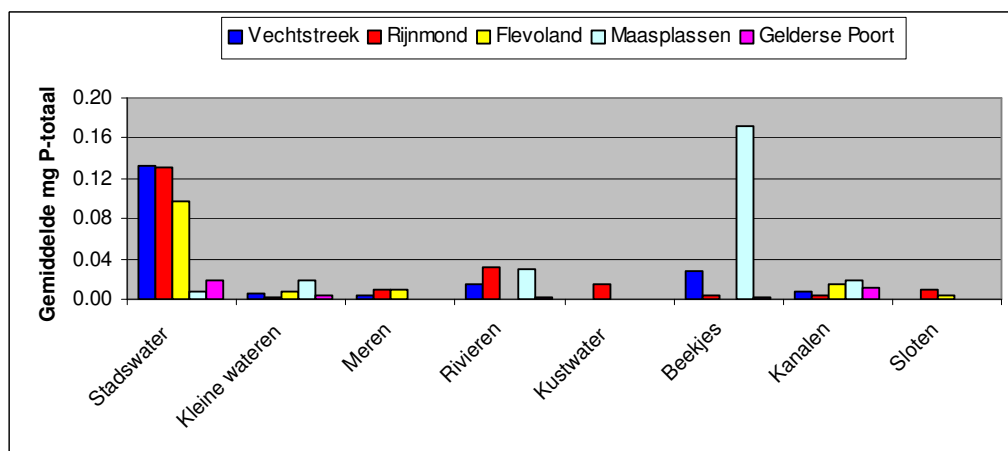
Alleen in de regio Flevoland is de waterkwaliteit van nabijgelegen wateren in 2005 aanzienlijk verbeterd ten opzichte van de situatie in 1995 gemeten aan de hand van alle vijf waterkwaliteitsvariabelen. In de andere regio's laten de meeste variabelen een verbetering zien, maar één of twee weer net niet. De gemiddelde concentratie zware metalen is in 2005 bijvoorbeeld lager dan in 1995 in alle waterlichamen in de regio's Flevoland, Maasplassen en Gelderse Poort, maar hoger in Rijnmond en de Vechtstreek (respectievelijk 22 en 5%). De wateren in en rondom de Maasplassen vertonen een behoorlijke toename van het chlorofyl-A gehalte in 2005 ten opzichte van 1995 (65%) en ook van het fosfaat gehalte (41%). Doorzicht neemt aan de andere kant in de Maasplassen gemiddeld juist toe in 2005 met 50 procent ten opzichte van 1995, evenals in alle andere regio's behalve de Gelderse Poort. Voor de meeste huistransacties geldt dat doorzicht in het nabijgelegen water ligt tussen 50 en 100 centimeter (gemiddeld 70%). Indien de waterkwaliteitskenmerken per regio ook nog eens per watertype worden bepaald, wordt het patroon nog iets grilliger.

Tenslotte kunnen de waterkwaliteitsvariabelen ook per jaar worden geanalyseerd over watertypes heen. Hieruit ontstaat dan bijvoorbeeld een beeld zoals geschetst in Figuur 3.8, 3.9 en 3.10 voor het meest recente jaar 2005 voor respectievelijk de concentratie zware metalen, fosfaat en chlorofyl-A in verschillende watertypen in de verschillende regio's. In 2005 blijken vooral de beken en kleine riviertjes in de Maasplassen gemiddeld een relatief hoog gehalte zware metalen en fosfaat te bevatten. Het fosfaat gehalte van stadswateren in de Vechtstreek en Rijnmond is eveneens aanzienlijk. In Flevoland wordt in 2005 in nabijgelegen stadswater vooral een hoge concentratie chlorofyl-A gemeten zo blijkt uit Figuur 3.10.

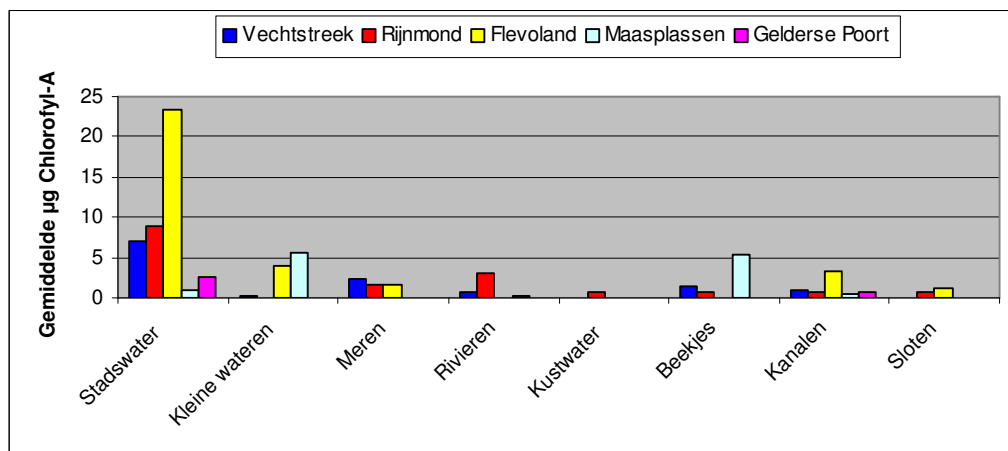
Figuur 3.8: Gehalte zware metalen van verschillende watertypen in 2005 in de 5 regio's



Figuur 3.9: Gehalte fosfaat van verschillende watertypen in 2005 in de 5 regio's



Figuur 3.10: Gehalte chlorofyl-A van verschillende watertypen in 2005 in de 5 regio's



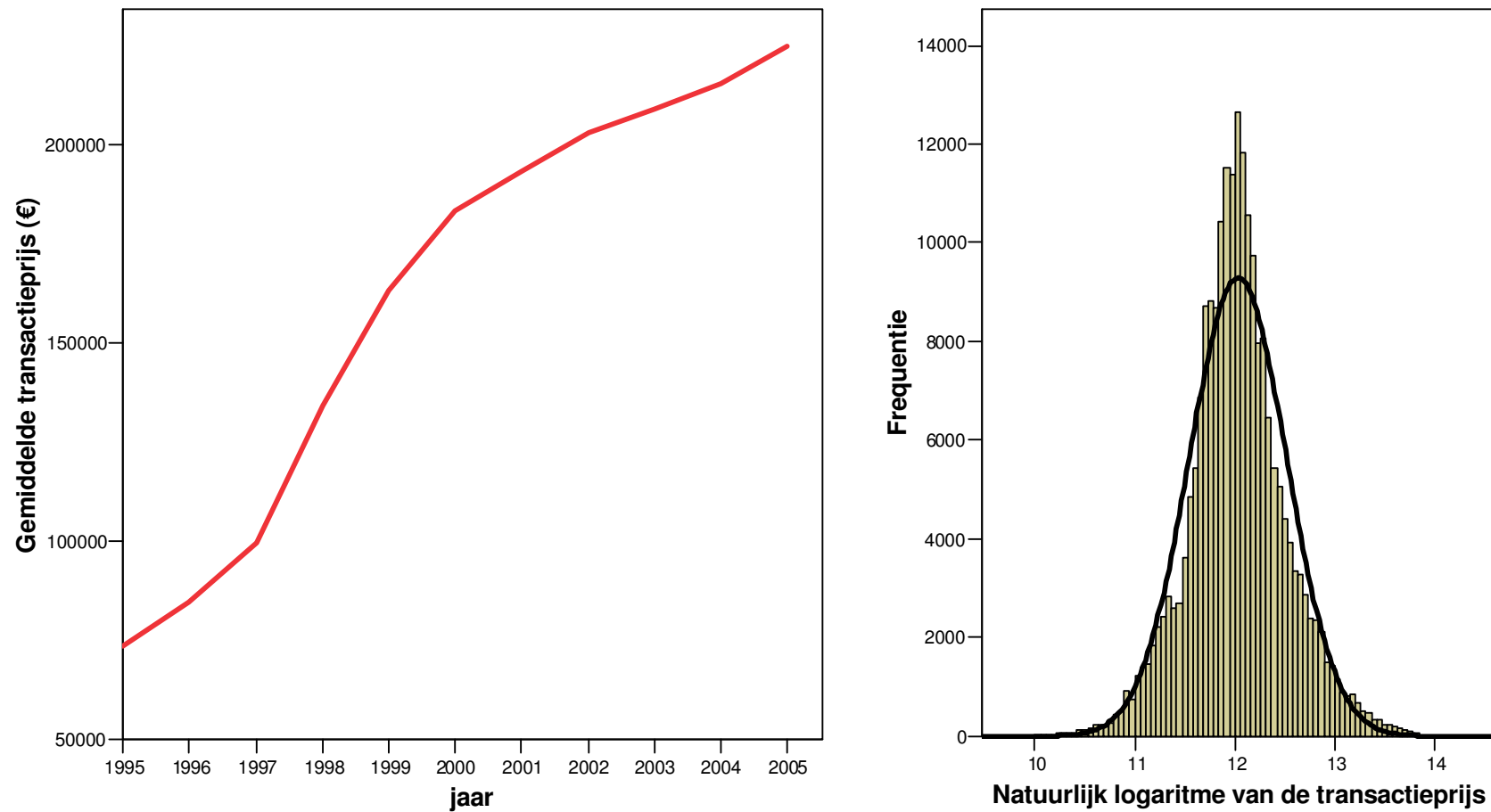
4. Resultaten

Twee verschillende soorten resultaten worden in dit hoofdstuk gepresenteerd. In de eerste plaats wordt in paragraaf 4.1 een analyse gepresenteerd van alle regio's samen waarin wordt getest in hoeverre water een rol speelt bij het verklaren van de variatie in huizenprijzen, die op verschillende afstanden staan van water, en de kwaliteit van het dichtstbijzijnde water. In de analyse wordt eveneens getest in hoeverre er significante verschillen worden gevonden tussen regio's. Op basis hiervan worden conclusies getrokken ten aanzien van de mogelijkheden om de resultaten op te schalen naar heel Nederland. Vervolgens worden in paragrafen 4.2 tot en met 4.6 de resultaten gepresenteerd per regio, omdat er per regio aanzienlijke verschillen worden gevonden in aantallen waarnemingen per watertype. Door de data in zijn geheel te analyseren vallen grote delen waarnemingen af vanwege zogenaamde 'missing values'. Omdat voor alle waterlichamen een afkappunt van 5 kilometer is gekozen zijn in de Maasplassen bijvoorbeeld slechts 380 waarnemingen beschikbaar voor de afstand van een huis tot het dichtstbijzijnde meer en in de Gelderse Poort zijn hiervoor helemaal geen waarnemingen, terwijl er in Flevoland slechts 98 waarnemingen beschikbaar zijn voor afstand tot dichtstbijzijnde beekjes en riviertjes en helemaal geen waarnemingen voor de afstand tot de dichtstbijzijnde grote rivier. Indien de data voor alle regio's wordt samengevoegd bepalen deze minst voorkomende waarnemingen de totale omvang van de database waarop de regressie analyse wordt uitgevoerd tenzij de variabelen waarvoor bijna geen waarnemingen voorhanden zijn in een specifieke regio uit de analyse worden gelaten, maar dan worden deze variabelen ook niet geschat voor regio's waar de betreffende variabele wel relevant is.

4.1 De invloed van water en waterkwaliteit op huizenprijzen in de vijf regio's

De gemiddelde huizenprijs in de vijf regio's varieert van iets meer dan 73 duizend euro in 1995 tot 225 duizend euro in 2005 (Figuur 4.1). De rechterkant van Figuur 4.1 toont het histogram van dezelfde transactieprizen als natuurlijk logaritme. Het histogram laat de kansdichtheid zien van de verdeling van transactiewaarden en geeft inzicht in de verdeling van de data. De Normale verdeling is in Figuur 4.1 als lijn erbij gezet. Uit de rechterfiguur blijkt de natuurlijke logaritme van de transactiewaarden een mooie Normale verdeling te vormen. De regressie-analyse wordt daarom uitgevoerd met behulp van OLS, waarbij de *te verklaren variabele* (transactieprizen van huizen) is uitgedrukt in zijn natuurlijk logaritme. Doel van dit hoofdstuk is om de variatie in huizenprijzen te verklaren aan de hand van de hoofdcategorieën *verklarende variabelen*, die zijn gepresenteerd in hoofdstuk 2: kenmerken van de huizen zelf, sociaal-demografische buurtkenmerken, geografische omgevingskenmerken, en watergerelateerde buurtkenmerken. Om rekening te kunnen houden met de prijstrend in huizenprijzen zijn kwartaaldummies opgenomen (4 voor elk jaar over een periode van 11 jaar minus de eerste kwartaaldummy voor 1995, die hiermee als basiskwartaal wordt ingezet), waarmee trends uit de transactieprizen worden gefilterd. De schattingen van deze kwartaaldummies worden vanwege de overzichtelijkheid (43 schattingen) niet hier in de hoofdtekst getoond, maar zijn terug te vinden in de bijlage van dit rapport. De kwartaaldummies nemen geleidelijk ieder kwartaal significant toe en filteren daarmee de autonome trend in de stijging van

Figuur 4.1: Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per jaar (in lopende prijzen) en histogram natuurlijk logaritme transactieprijs in alle vijf regio's



huizenprijzen over de periode 1995-2005 weg. De schatting voor de dummy in het vierde kwartaal in 2005 geeft aan dat *ceteris paribus* de gemiddelde huizenprijs in dat kwartaal ten opzichte van het eerste kwartaal in 1995 bijna 87 procent hoger is. De OLS regressie-resultaten worden hieronder per hoofdcategorie besproken. Het geschatte model heeft een verklaarde variantie ('adjusted R-square') van 82,5 procent. Dit wil zeggen dat 83 procent van alle variatie in de huizenprijzen kan worden verklaard met behulp van de opgenomen verklarende variabelen. Het model is geschat op basis van iets meer dan 200 duizend waarnemingen over de periode 1995-2005. De SPSS uitvoer van de modelschatting wordt gepresenteerd in de bijlage van dit rapport.

Een belangrijke uitkomst is dat de dummies voor de specifieke regio's significant van invloed zijn op de variatie in de huizenprijzen (Flevoland wordt hier als basisregio gebruikt), ook als er rekening wordt gehouden met woning- en buurtkarakteristieken. Deze uitkomst geeft aan dat de geschatte relaties tussen huizenprijzen en water dus niet zomaar bij elkaar opgeteld kunnen worden om een totaalschatting te krijgen voor heel Nederland. In welk deel van Nederland een huis staat heeft een significante invloed op de huizenprijzen. Ten opzichte van Flevoland zijn de huizenprijzen gemiddeld en *ceteris paribus* over de hele periode significant hoger in de Maasplassen (9%), Rijnmond (13%), Gelderse Poort (17%), en de Vechtstreek (31%).

4.1.1 Woningkarakteristieken

Van alle variabelen in de database gerelateerd aan de woning blijken woonoppervlakte, de aanwezigheid van een garage, de mate waarin het huis is geïsoleerd, of er een tuin aanwezig is met ligging op het zuiden, het type woning en de bouwperiode van de woning de grootste verklarende waarde te hebben, rekening houdend met correlaties tussen de variabelen (zie Tabel 4.1). Zo is bijvoorbeeld het woonoppervlak of het aantal verdiepingen sterk gecorreleerd met het aantal kamers, zodat deze variabelen niet samen kunnen worden opgenomen in de regressieanalyse, omdat dit anders leidt tot multicolineariteit en als gevolg hiervan vertekeningen in de geschatte parameters⁴.

De opgenomen woningkarakteristieken hebben allemaal het verwachte effect. Hoe groter de woning qua woonoppervlak (gemeten als natuurlijk logaritme), hoe hoger de prijs. Het hebben van een aan- of ingebouwde garage leidt ook tot een hogere huizenprijs (gemiddeld en *ceteris paribus* 0,05%). Een eengezinsrijtjeshuis, grachtenpand en herenhuis zijn significant duurder dan flats en appartementen (respectievelijk 7, 20 en 33%), die als basistype in de regressie zijn opgenomen. Een herenhuis is het duurst, gevolgd door het grachtenpand en daarna de eengezinswoning.

De meeste huizen die in de database voorkomen (19%) zijn gebouwd in de periode 1991-2000, gevolgd door 1981-1990 (18%), 1971-1980 (17%) en 1960-1970 (16%). Ten opzichte van de twee meest recente bouwperiode (na 2000), die als basis is gebruikt in de regressieanalyse, zijn de oudere woningen tegen lagere prijzen verkocht, waarbij geldt dat dit negatieve ouderdomseffect minder groot is als een huis voor 1960 is gebouwd. De historische waarde lijkt dan toe te nemen t.o.v. de periode na 1960.

⁴ De verklarende variabelen zijn zoals gebruikelijk getest op hun correlatie en geen van de verklarende variabelen is hoger gecorreleerd dan de drempelwaarde van $r=0,5$ die in deze studie wordt gehanteerd.

Tabel 4.1: Uitkomsten woningkarakteristieken voor alle vijf regio's in de steekproef

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Woonoppervlakte (m ²)	Natuurlijk logaritme	0,723 (0,002)***
Aanwezigheid van ingebouwde garage	Dummy	0,051 (0,002)***
Mate van isolatie	Lineair	0,007 (0,0004)***
Tuin op zuiden	Dummy	0,005 (0,001)***
Eengezinswoning	Dummy	0,072 (0,001)***
Grachtenpand	Dummy	0,197 (0,015)***
Herenhuis/woonboerderij	Dummy	0,328 (0,002)***
Bouwjaar voor 1906	Dummy	-0,101 (0,004)***
Bouwjaar 1906-1930	Dummy	-0,132 (0,004)***
Bouwjaar 1931-1944	Dummy	-0,159 (0,004)***
Bouwjaar 1945-1959	Dummy	-0,175 (0,004)***
Bouwjaar 1960-1970	Dummy	-0,207 (0,004)***
Bouwjaar 1971-1980	Dummy	-0,205 (0,004)***
Bouwjaar 1981-1990	Dummy	-0,136 (0,004)***
Bouwjaar 1991-2000	Dummy	-0,046 (0,004)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

4.1.2 Buurtkarakteristieken

In deze categorie zijn de volgende variabelen opgenomen: de mate van stedelijkheid (zie paragraaf 3.2), het gemiddeld inkomen van de inwoners van de wijk, de afstanden tot het dichtstbijzijnde treinstation en snelweg, en afstand tot open groene ruimte. Dit laatste kan een park of bos zijn, maar ook een sportterrein of volkstuin. In zoverre een vijver in een park kan liggen zou dit kunnen correleren met de aanwezigheid van stadswater. Dit is gecontroleerd en blijkt niet het geval te zijn. Wegens hoge correlaties konden een aantal andere variabelen niet worden opgenomen, zoals de mate van stedelijkheid en de bevolkingsdichtheid of het percentage allochtonen, het gemiddelde buurtinkomen en het percentage niet-actieven in een wijk, en het percentage allochtonen en niet-actieven. Wederom hebben de meeste variabelen de verwachte invloed op de transactieprijs. De significante buurtkarakteristieken bij een overschrijdingskans van 1 procent staan in Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Uitkomsten buurtkarakteristieken voor alle vijf regio's in de steekproef

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Mate van stedelijkheid	Lineair	-0,023 (0,001)***
Gemiddeld buurtinkomen per inwoner (€)	Natuurlijk logaritme	0,609 (0,003)***
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation (m)	Lineair	$-6,171 \cdot 10^{-6}$ ($2,254 \cdot 10^{-7}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg (m)	Lineair	$1,563 \cdot 10^{-5}$ ($3,438 \cdot 10^{-7}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde open groene ruimte (m)	Lineair	-0,0004 ($1,107 \cdot 10^{-5}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde open groene ruimte (m ²)	Kwadratisch	$7,486 \cdot 10^{-7}$ ($2,371 \cdot 10^{-8}$)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

De mate van verstedelijking heeft een significant negatief effect op de woningprijzen. Hoe minder stedelijk een buurt is, hoe hoger ceteris paribus de gemiddelde prijs van de woningen die er staan. Zoals verwacht is de huizenprijs significant hoger naarmate het gemiddelde inkomen in de buurt hoger is (een toename van het buurtinkomen met 1% leidt ceteris paribus tot een toename van de gemiddelde huizenprijs met 0,6%). Nabijgelegen treinstations hebben een significant negatief afstandseffect op de huizenprijzen en worden dus positief gewaardeerd. Het negatieve afstandseffect in Tabel 4.2 wordt hier geïnterpreteerd als positieve indicator voor de mate van toegankelijkheid: hoe dichter een huis bij een treinstation staat, hoe hoger de prijs. De afstand tot een snelweg heeft een significant positief effect, wat aangeeft dat dichtbij gelegen snelwegen negatief worden gewaardeerd vanwege de geluidsoverlast en luchtvervuiling. Zoals verwacht heeft de aanwezigheid van open groen een significant positief effect op huizenprijzen: hoe dichterbij een open groene ruimte, hoe hoger de huizenprijs. Gemiddeld en ceteris paribus neemt de koop prijs van een huis toe met 0,04 procent naarmate een huis 100 meter dichterbij een open groene ruimte staat. Bovendien wordt een significant kwadratisch afstandseffect gevonden. Op basis van het geschatte kwadratische effect wordt een omslagpunt gevonden waarbij open groene ruimte geen positief effect meer heeft op de woningprijs bij 300 meter.

4.1.3 Waterkarakteristieken

In deze categorie is zowel gekeken naar het effect van afstand tot het dichtst bij gelegen water als de kwaliteit van dit water. Een onderscheid tussen watertypen wordt hier nog niet gemaakt om de redenen genoemd aan het begin van dit hoofdstuk. Een significant negatief lineair afstandseffect wordt gevonden en een significant positief kwadratisch afstandseffect (Tabel 4.3). Dit betekent dat afstand tot water een significant effect heeft op de huizenprijs, maar dat dit effect niet lineair is. De waarde van wonen aan water is afhankelijk van de afstand die een huis van het water afstaat en het afstandseffect slaat bovendien op een bepaalde afstand om. In dit geval is dat 630 meter. Dit is verder weg dan het afstandseffect dat wordt gevonden voor open groene ruimte.

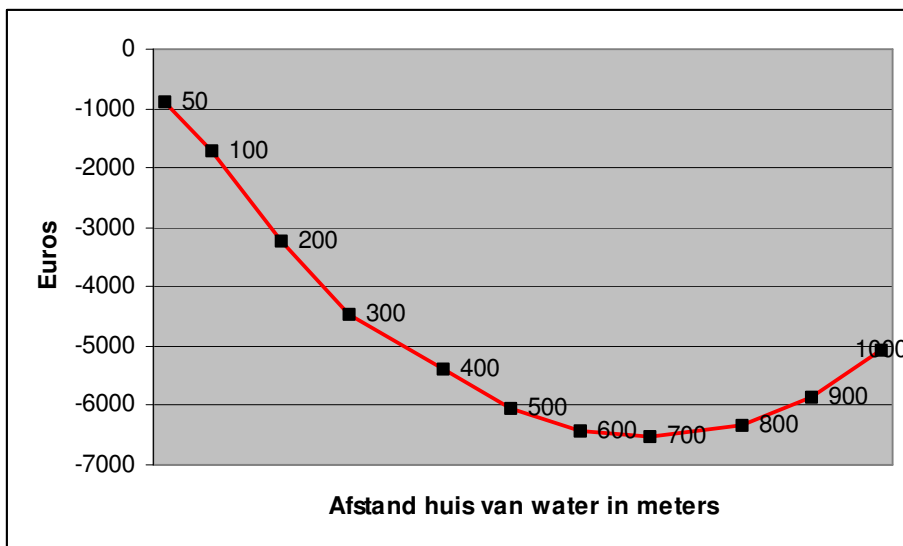
Tabel 4.3: Uitkomsten waterkarakteristieken voor alle vijf regio's in de steekproef

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Afstand tot dichtstbijzijnde water (m)	Lineair	$-7,967 \cdot 10^{-5}$ ($3,545 \cdot 10^{-6}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde water (m)	Kwadratisch	$6,307 \cdot 10^{-8}$ ($1,857 \cdot 10^{-9}$)***
Waterrijkheid binnen straal van 1 km (m ²)	Lineair	$2,342 \cdot 10^{-8}$ ($2,227 \cdot 10^{-9}$)***
Doorzicht meren (dm)	Lineair	0,005 (0,0003)***
Doorzicht beken (dm)	Lineair	0,003 (0,0003)***
Doorzicht kanalen (dm)	Lineair	0,002 (0,0004)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

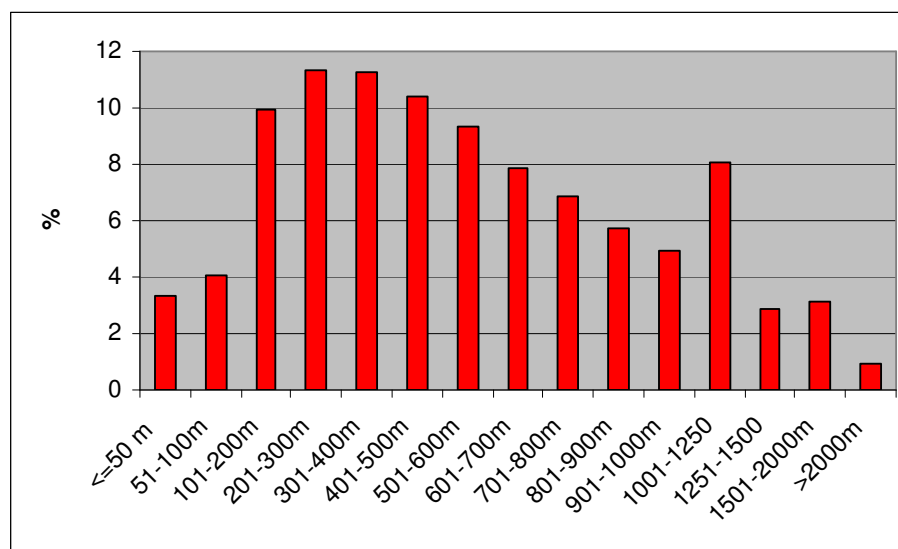
In Figuur 4.2 wordt de verandering in de economische waarde van wonen aan water weergegeven afhankelijk van de afstand van een huis tot water en op basis van een gemiddelde huizenprijs in de steekproef in 2005 van 225 duizend euro. Een gemiddeld huis dat op 50 meter afstand staat van water is ceteris paribus 900 euro minder waard dan een zelfde huis dat direct aan het water staat. Een zelfde huis dat 100 meter verderop van het water staat is iets meer dan 1700 euro minder waard, terwijl een huis dat 500 meter van het water staat ceteris paribus 6000 euro minder waard is. De waarde stijging van een gemiddeld huis kan op deze manier oplopen tot 6500 euro. In andere woorden: een huis dat direct aan het water staat kan maximaal 6500 euro meer waard zijn dan een huis dat van het water afstaat. Dit is gelijk aan maximaal 2,9 procent van de gemiddelde verkoopwaarde van een huis in de steekproef in 2005. Dit is aanzienlijk lager dan de 12 tot 28 procent uit de studie van Luttik en Zijlstra (1997).

Figuur 4.2: Economische waarde van wonen aan water bij verschillende afstanden van het water in alle vijf regio's in de steekproef gebaseerd op een gemiddelde huizenprijs van 225 duizend euro in 2005



In de steekproef staan 50 procent van de 215 duizend huizen waarvoor transactiegegevens beschikbaar zijn binnen een straal van 500 meter van het water, 60 procent binnen een straal van 600 meter, en tweederde (67%) binnen een straal van 700 meter⁵. Vijftien procent van alle huizen staat verder dan 1 kilometer van het water af. Dit kan ieder type water zijn. De verdeling van huizen over verschillende afstandscategorieën wordt weergegeven in Figuur 4.3. Op basis van deze informatie kan worden uitgerekend wat de totale economische waarde van wonen aan water is op verschillende afstanden. Hiervoor moet worden aangenomen dat de steekproef representatief is voor heel Nederland (dit kan in deze studie niet worden getoetst). Indien de hele woningvoorraad in Nederland (6,8 miljoen in 2005 (CBS, 2007)) wordt toegerekend aan de categorieën gepresenteerd in Figuur 4.3, en uitgaande van een gemiddelde huizenprijs van 225 duizend euro in 2005 en een afkappunt bij 600 meter vanaf het water, kan met behulp van de geschatte relatie tussen afstand en meerprijs worden uitgerekend dat de totale economische waarde van wonen aan water ongeveer gelijk is aan 18,8 miljard euro.

Figuur 4.3: Verdeling van huizen over de verschillende afstanden dat ze van water afstaan in alle vijf regio's in de steekproef



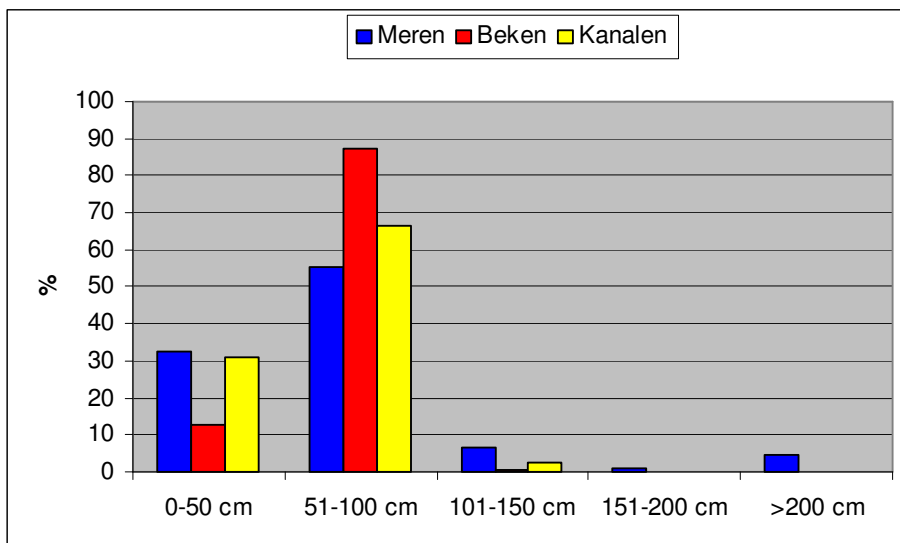
⁵ In de steekproef bevindt 0,4 procent van alle woningen zich op een afstand van minder dan 10 meter van het water, 1,2 procent op een afstand van maximaal 25 meter, 3,3 procent op 50 meter, en 7,4 procent op maximaal 100 meter. Onder de veronderstelling dat de steekproef representatief is voor heel Nederland, is het aantal woningen dat zich “direct” aan de waterkant bevindt afhankelijk van de definitie van “direct” respectievelijk 27, 82, 224 en 503 duizend. In de studie van Witteveen+Bos (2007) wordt uitgegaan van 450 duizend. Dit is omgerekend ongeveer 6,6 procent van de hele woningvoorraad in Nederland.

De hoeveelheid water in de buurt is ook een significant verklarende variabele in de regressieanalyse (ongecorreleerd in deze regressieanalyse met de afstandsvariabele ($r < 0,3$)). Hoe meer water zich in de buurt van een huis bevindt in een straal van 1 kilometer om het huis, hoe hoger gemiddeld en ceteris paribus de verkoopprijs van het huis.

Voor drie verschillende watertypen wordt een significant positief effect gevonden van doorzicht op huizenprijzen: meren, beken en kanalen (Tabel 4.3). Het is belangrijk wederom op te merken dat niet alle watertypen in alle regio's even goed zijn vertegenwoordigd, en dat daarom op regionaal niveau gekeken moet worden naar het effect van de verschillende waterkwaliteitsindicatoren per watertype op de variatie in huizenprijzen. In alle regio's heeft doorzicht van de dichtst bijgelegen meren, beken en kanalen een significant positief effect op de huizenprijzen. Uitgaande van een gemiddeld huis met een verkoopwaarde van 225 duizend euro in 2005 levert een verbetering van het doorzicht van meren met 10 centimeter ceteris paribus een constant veronderstelde gemiddelde meerwaarde op van 1090 euro⁶. Voor beken en kanalen zijn deze waarden respectievelijk 765 en 385 euro⁷.

Deze waarden worden gevonden indien wordt gecontroleerd voor het significante afstandseffect. Uitgaande van de eerder gevonden relatie tussen afstand en water, kan worden uitgerekend hoeveel huizen in de steekproef zich op minder dan 600 meter afstand van het dichtstbijzijnde meer, beek of kanaal bevinden: respectievelijk 5,2, 10,0 en 15,7 procent. Ook kan worden bepaald hoe groot het gemiddelde doorzicht is van de meren, beken en kanalen over de afgelopen 10 jaar in de vijf regio's (zie Figuur 4.4).

Figuur 4.4: Gemiddeld doorzicht van meren, beken en kanalen nabij huizen (binnen een straal van 5 km) in alle vijf regio's in de steekproef in de periode 1995-2005



⁶ 95-procent betrouwbaarheidsinterval: €960-1220.

⁷ 95-procent betrouwbaarheidsinterval respectievelijk €635-895 en €220-550.

De meeste meren, beken en kanalen hebben een gemiddeld doorzicht tussen 50 en 100 centimeter. Onder de veronderstelling dat de implementatie van de KRW bijvoorbeeld leidt tot een verbetering van het doorzicht van alle watertypen tot minimaal 50 centimeter kan worden uitgerekend hoeveel procent van alle huizen in de steekproef binnen een straal van 600 meter hiervan baat zou hebben en welke economische waarde hierbij hoort (onder de aanvullende veronderstelling dat de steekproef representatief is voor heel Nederland). Een verbetering van het doorzicht tot minimaal 50 centimeter als gevolg van implementatie van de KRW levert in dat geval een totale economische waarde op middels een voorziene stijging van de huizenprijzen binnen 600 meter afstand van een meer van 131 miljoen euro. In het geval van beken is dit 62 miljoen euro en in het geval van kanalen bijna 143 miljoen euro.

De berekening voor meren ziet er bijvoorbeeld als volgt uit:

Stap 1: 5,2% van 6,8 miljoen woningen = 350.776 huizen die binnen 600 meter afstand van een meer liggen

Stap 2: 32,4% van deze 350.776 huizen (=113.661 huizen) ligt binnen 600 meter bij een meer met een gemiddeld doorzicht van minder dan 50 cm (Figuur 4.4) en heeft dus baat bij een verbetering van het doorzicht tot minimaal 50 centimeter

Stap 3: op basis van de huidige doorzichten van meren die op minder dan 600 meter afstand van een huis liggen wordt berekend hoeveel centimeter het doorzicht gemiddeld verbetert als het doorzicht minimaal 50 centimeter wordt (Δ doorzicht in cm = 10,6 cm)

Stap 4: de gemiddelde verandering in doorzicht wordt vermenigvuldigd met de constant veronderstelde economische waarde voor een verbetering van het doorzicht uit de regressieanalyse (1090 euro per 10 centimeter doorzicht; deze waarde is gebaseerd op een gemiddelde huizenprijs in 2005 van 225 duizend euro)

Stap 5: de totale economische waarde van de verandering wordt gevonden door vermenigvuldiging van 113.661 huizen die baat hebben bij een verbetering van het doorzicht tot minimaal 50 centimeter met de gemiddelde economische waarde voor een toename van het doorzicht van ongeveer 11 centimeter (113.661 huizen x €109/cm/huis x 10,6 cm = 131 miljoen euro) .

In Tabel 4.4 worden een drietal mogelijke waterkwaliteitsscenario's gepresenteerd waarbij het doorzicht in meren, beken en kanalen verbetert en de hierbij door gerekende economische waarden op basis van de veronderstelling dat de vijf regio's in de steekproef representatief zijn voor heel Nederland. De totale economische waarde als gevolg van

een verbetering van het doorzicht van meren, beken en kanalen is rond de 335 miljoen euro als het doorzicht voor alle watertypen verbetert tot minimaal 50 centimeter, en loopt op tot bijna 5,2 miljard euro als het doorzicht verbetert tot minimaal één meter. De economische waarde verdubbelt vervolgens nogmaals tot meer dan 11 miljard euro als het doorzicht minimaal anderhalve meter wordt.

Tabel 4.4: Totale economische waarde van een drietal doorerekende scenario's waarbij het doorzicht van meren, beken en kanalen verbetert

Scenario	Geschatte economische waarde (miljoen euro)
Verbetering van het doorzicht van meren, beken en kanalen tot minimaal 50 centimeter	Meren: 131,0 (115,4 – 146,6) Beken: 61,9 (51,4 – 72,4) Kanalen: 142,9 (81,7 – 204,2) Totaal: 335,8 (248,5 – 423,2)
Verbetering van het doorzicht van meren, beken en kanalen tot minimaal 100 centimeter	Meren: 1.417,7 (1.248,6 – 1.586,7) Beken: 1.989,1 (1.651,1 – 2.327,2) Kanalen: 1.781,7 (1.018,1 – 2.545,3) Totaal: 5.188,5 (3.917,8 – 6.459,2)
Verbetering van het doorzicht van meren, beken en kanalen tot minimaal 150 centimeter	Meren: 3.014,7 (2.655,2 – 3.374,3) Beken: 4.541,3 (3.769,5 – 5.313,0) Kanalen: 3.820,3 (2.183,0 – 5.457,6) Totaal: 11.376,3 (8.607,7 – 14.144,8)

Noot: 95-procent betrouwbaarheidsinterval tussen haakjes.

Er is tenslotte eveneens getoetst of de andere waterkwaliteitsparameters, zoals zware metalen, zuurstofverbruik, chlorofyl en fosfor ook een significant effect hebben op huizenprijzen. De regressieresultaten worden hier niet afzonderlijk gepresenteerd vanwege de omvang van de tabellen en zijn indien gewenst verkrijgbaar bij de auteurs van dit rapport⁸. Geen van deze modellen heeft een hogere verklaarde variantie dan het model gepresenteerd hier met doorzicht, en het aantal waarnemingen is steeds iets lager. Significante verbanden worden gevonden voor alle stoffen, maar niet voor alle watertypen. Voor de concentratie zware metalen wordt een significant negatief effect gevonden op huizenprijzen voor stadswater, kleine wateren en rivieren. In het geval van chlorofyl en fosfor wordt een significant negatief effect gevonden van concentratiegraad op huizen-

⁸ Op verzoek van de opdrachtgever worden hier alleen de berekeningen getoond voor verbeteringen in doorzicht. Soortgelijke berekeningen kunnen echter ook worden gemaakt voor de andere significante waterkwaliteitsindicatoren.

prijzen voor kleine wateren en rivieren. Voor zuurstofverbruik wordt tenslotte een significant positief effect gevonden voor alle watertypen behalve rivieren.

In de volgende paragrafen worden de regiospecifieke resultaten gepresenteerd.

4.2 Vechtstreek

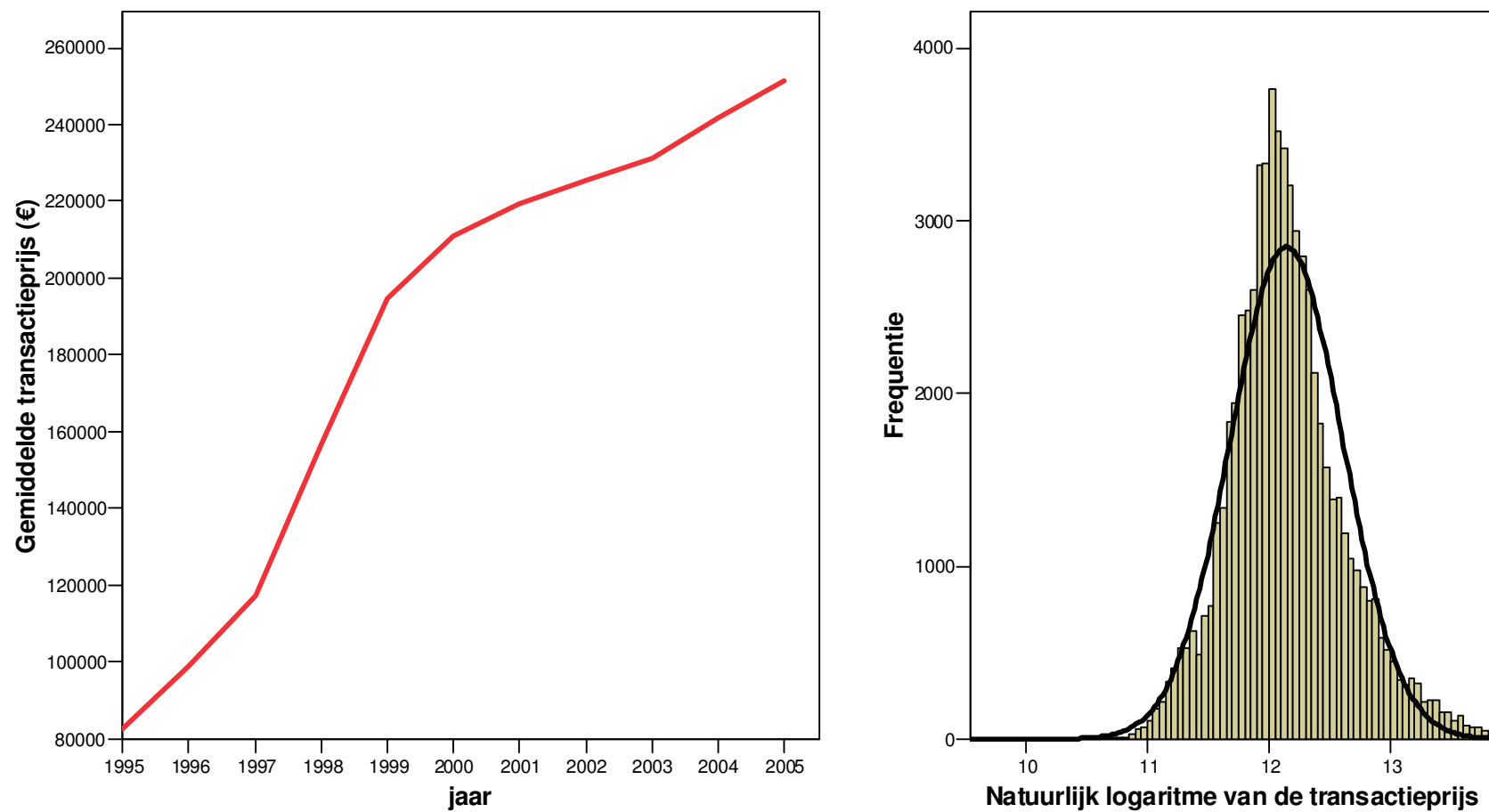
De gemiddelde huizenprijs in de Vechtstreek varieert van iets meer dan 82 duizend euro in 1995 tot meer dan 250 duizend euro in 2005 (Figuur 4.5). De rechterkant van Figuur 4.5 toont het histogram van dezelfde transactieprizen als natuurlijk logaritme. Uit de rechterfiguur laat de natuurlijke logaritme van de transactiewaarden een mooie Normale verdeling zien. De regressie-analyse wordt daarom wederom uitgevoerd met behulp van OLS, waarbij de *te verklaren variabele* (transactieprizen van huizen) is uitgedrukt in zijn natuurlijk logaritme. De OLS regressie-resultaten worden hieronder per hoofdcategorie besproken. Het geschatte model heeft een verklaarde variantie ('adjusted R-square') van 85,9 procent. Dit wil zeggen dat 86 procent van alle variatie in de huizenprizen kan worden verklaard met behulp van de opgenomen verklarende variabelen. Het model is geschat op basis van meer dan 28 duizend waarnemingen over de periode 1995-2005. De SPSS uitvoer van de modelschatting wordt gepresenteerd in de bijlage van dit rapport. De schattingen van deze kwartaaldummies worden vanwege de overzichtelijkheid niet hier in de hoofdttekst getoond, maar zijn terug te vinden in de bijlage van dit rapport. De eerste 3 kwartaal dummies zijn niet significant anders dan de eerste kwartaal dummy van 1995, wat wil zeggen dat er tussen deze kwartalen geen significant verschil met de basisdummy kan worden gevonden.

4.2.1 Woningkarakteristieken

Woonoppervlakte, de aanwezigheid van een garage, de mate waarin het huis is geïsoleerd, of er een tuin aanwezig is met ligging op het zuiden, het type woning en de bouwperiode van de woning hebben een significante invloed in de regio Vechtstreek op de variatie in huizenprizen (zie Tabel 4.5). De opgenomen woningkarakteristieken hebben allemaal het verwachte effect. Hoe groter de woning qua woonoppervlak (gemeten in natuurlijk logaritme), hoe hoger de prijs. Het hebben van een aan- of ingebouwde garage heeft ook een significant positief effect op de prijs van een huis, evenals een tuin op het zuiden. Een eengezinswoning (rijtjeshuis), grachtenpand en herenhuis zijn significant duurder dan flats en appartementen, die als basistype in de regressie zijn opgenomen. De andere woningtypen komen in de Vechtstreek niet of nauwelijks voor. Een herenhuis is het duurst, gevolgd door het grachtenpand en daarna de eengezinswoning.

In de Vechtstreek zijn de meeste huizen die in de database voorkomen (19%) gebouwd in de periode 1960-1970, gevolgd door 1971-1980 (16%) en 1981-1990 (15%). Ten opzichte van de twee meest recente bouwperiode (na 2000), die als basis is gebruikt in de regressie-analyse, zijn de oudere woningen in deze regio tegen lagere prijzen verkocht, waarbij geldt dat dit effect minder groot is als een huis voor 1960 is gebouwd. De historische waarde lijkt dan toe te nemen t.o.v. de periode na 1960.

Figuur 4.5: Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per jaar (in lopende prijzen) en histogram natuurlijk logaritme transactieprijs in de Vechtstreek



Tabel 4.5: Uitkomsten woningkarakteristieken voor de Vechtstreek

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Woonoppervlakte (m ²)	Natuurlijk logaritme	0,697 (0,005)***
Aanwezigheid van ingebouwde garage	Dummy	0,041 (0,006)***
Mate van isolatie	Lineair	0,010 (0,001)***
Tuin op zuiden	Dummy	0,011 (0,003)***
Eengezinswoning	Dummy	0,065 (0,003)***
Grachtenpand	Dummy	0,228 (0,025)***
Herenhuis/woonboerderij	Dummy	0,387 (0,005)***
Bouwjaar voor 1906	Dummy	-0,109 (0,013)***
Bouwjaar 1906-1930	Dummy	-0,146 (0,012)***
Bouwjaar 1931-1944	Dummy	-0,148 (0,013)***
Bouwjaar 1945-1959	Dummy	-0,224 (0,013)***
Bouwjaar 1960-1970	Dummy	-0,290 (0,012)***
Bouwjaar 1971-1980	Dummy	-0,287 (0,012)***
Bouwjaar 1981-1990	Dummy	-0,219 (0,012)***
Bouwjaar 1991-2000	Dummy	-0,118 (0,012)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

4.2.2 Buurtkarakteristieken

In deze categorie zijn de mate van verstedelijking, het gemiddeld inkomen van de inwoners van de wijk, de afstand tot de dichtstbijzijnde snelweg, en afstand tot open groene ruimte statistisch significant bij een overschrijdingskans van 10 procent (Tabel 4.6). Verderom hebben de variabelen de verwachte invloed op de transactieprijs.

Tabel 4.6: Uitkomsten buurtkarakteristieken voor de Vechtstreek

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Mate van stedelijkheid	Lineair	-0,038 (0,001)**
Gemiddeld buurtinkomen per inwoner (€)	Lineair	0,624 (0,009)***
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg (m)	Lineair	$-1,195 \cdot 10^{-6}$ ($7,351 \cdot 10^{-7}$)*
Afstand tot dichtstbijzijnde open groene ruimte (m)	Lineair	$-5,941 \cdot 10^{-5}$ ($9,669 \cdot 10^{-6}$)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

De verstedelijkingsgraad heeft een significant negatief effect op de woningprijzen: hoe meer de buurt verstedelijkt is, hoe lager ceteris paribus de prijs. De gemiddelde huizenprijs is significant hoger naarmate het gemiddelde inkomen in de buurt hoger is. Nabijgelegen snelwegen hebben een negatief effect op de huizenprijzen. Zoals verwacht heeft de aanwezigheid van open groen een significant positief effect op huizenprijzen: hoe dichterbij een open groene ruimte, hoe hoger de huizenprijs. Ceteris paribus neemt de koopprijs van een huis gemiddeld met iedere 100 meter verder af van een open groene ruimte met 0,006 procent. Voor een huis in 2005 met een gemiddelde waarde van 225 duizend euro betekent dit een constant veronderstelde waardedaling van 1.335 euro per 100 meter, dat het verder afstaat van open groene ruimte.

4.2.3 Waterkarakteristieken

In deze categorie zijn zowel afstands- als kwaliteitsvariabelen opgenomen en getest op hun significantie. In de Vechtstreek zijn de relevante watertypen stadswater, kleine wateren, meren, kanalen en sloten. Voor deze watertypen komen binnen een straal van vijf kilometer voldoende transacties in de database voor. Voor deze hoofdcategorie geldt evenals voor een aantal woning- en buurtkenmerken dat niet alle variabelen tegelijkertijd opgenomen kunnen worden in verband met correlatie. Daarom worden de uitkomsten hier gepresenteerd voor de variabele doorzicht (Tabel 4.7) en worden de eventuele significante effecten voor andere waterkwaliteitsindicatoren voor verschillende watertypen genoemd, maar niet verder gepresenteerd om de omvang van de rapportage te beperken (de resultaten zijn indien gewenst verkrijgbaar bij de auteurs van het rapport).

Tabel 4.7: Uitkomsten waterkarakteristieken voor de Vechtstreek

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Stadswater binnen 25 m	Dummy	0,038 (0,004)***
Afstand tot meren en plassen (m)	Lineair	-8,396*10 ⁻⁵ (3,331*10 ⁻⁶)***
Afstand tot meren en plassen (m)	Kwadratisch	1,520*10 ⁻⁸ (6,369*10 ⁻¹⁰)***
Doorzicht stadswater (dm)	Lineair	0,001 (0,0004)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Huizen die binnen 25 meter afstand van een stadswater staan hebben een significant hogere prijs op de huizenmarkt. Ceteris paribus is een huis binnen een afstand van 25 meter van stadswater ongeveer 0,04 procent meer waard dan een huis dat niet binnen een afstand van 25 meter van stadswater staat. Voor een gemiddelde huizenprijs van 225 duizend euro in 2005 komt dit neer op een meerwaarde van bijna 8.700 euro. Afstand tot meren en plassen heeft een significant negatief effect op de huizenprijzen in de regio Vechtstreek. Bovendien wordt een significant (positief) kwadratisch effect gevonden, hetgeen erop duidt dat afstand tot meren en plassen tot op zekere hoogte invloed heeft op huizenprijzen, maar daarna afkalt. Het omslagpunt bevindt zich in dit geval op ongeveer 2750 meter. Op 100 meter afstand van een meer is een huis in de regio Vechtstreek met een gemiddelde prijs van 225 duizend euro in 2005 ongeveer 1.875 euro minder waard

dan een huis dat direct (0 meter) aan een meer staat, terwijl een huis dat op 500 meter afstand van een meer staat 8.700 euro minder waard is en een huis op 1 kilometer afstand 15.800 euro. De waterrijkheid van de buurt is niet in de analyse meegenomen vanwege correlatie met de afstand tot het dichtstbijzijnde meer ($r=0,419$; $p<0,001$).

In het geval van de waterkwaliteitsvariabelen zijn interactietermen gemaakt, zodat de kwaliteitsvariabelen aan specifieke watertypen kunnen worden gerelateerd. In de Vechtstreek blijkt alleen het doorzicht van stadswater een significant positief effect te hebben op de huizenprijs. Met iedere 10 centimeter extra doorzicht neemt de prijs van een huis gemiddeld en ceteris paribus toe met 1 duizendste procent. Voor een huis met een gemiddelde prijs van 225 duizend euro betekent dit een waardetoename van 265 euro voor iedere 10 centimeter extra doorzicht oftewel 2.660 euro voor een meter meer doorzicht. Alleen voor de concentratie fosfor in stadswater kan een significant negatief effect worden gevonden op de huizenprijzen in de regio vechtstreek. Voor geen van de andere waterkwaliteitsvariabelen wordt een significant effect gevonden.

4.3 Rijnmond

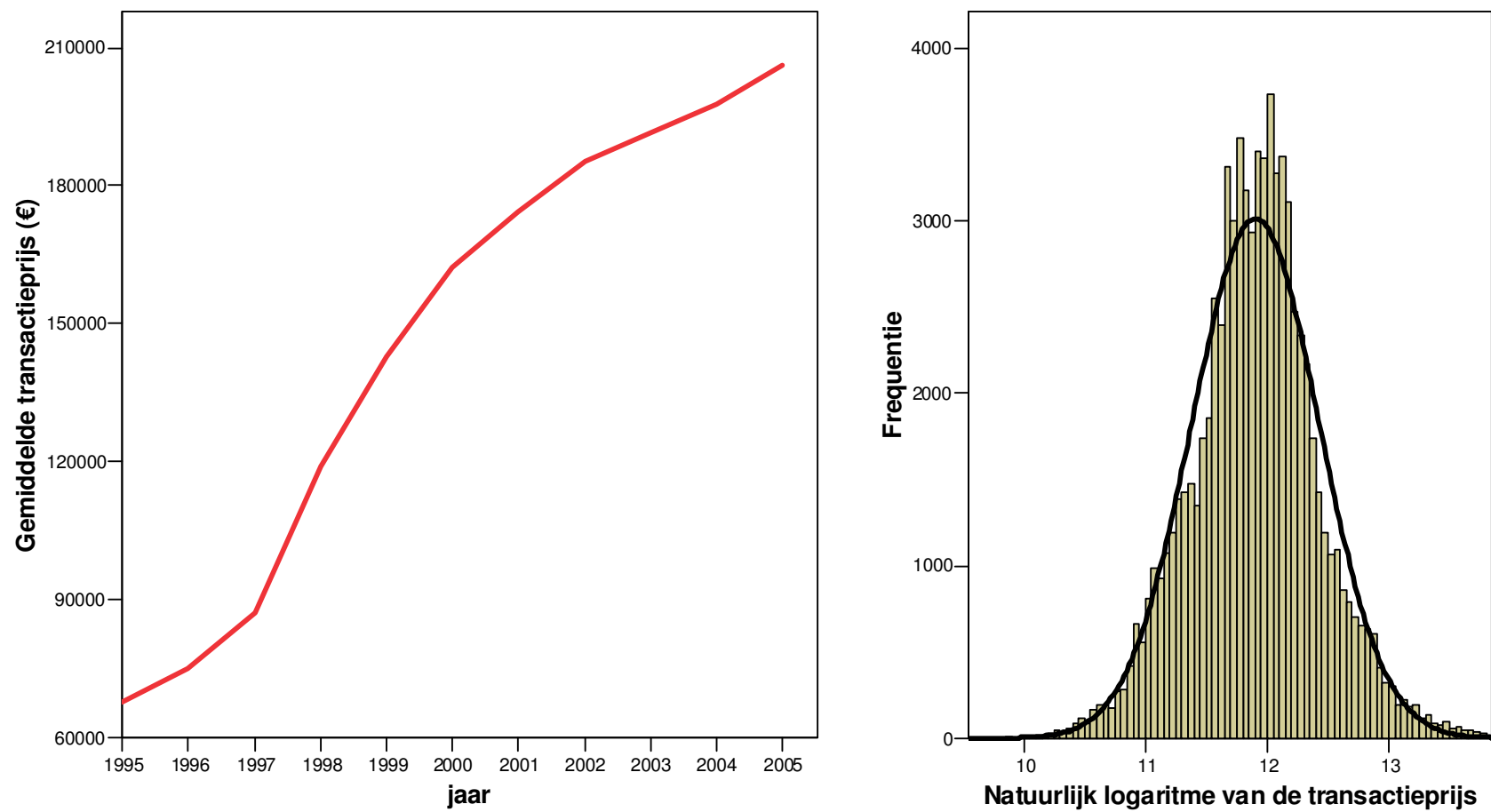
De gemiddelde huizenprijs in Rijnmond is significant lager dan in de Vechtstreek (getest voor ieder jaar m.b.v. de *t*-test) en varieert tussen ongeveer 68 duizend euro in 1995 tot iets meer dan 205 duizend euro in 2005 (Figuur 4.6). De rechterkant van Figuur 4.6 toont wederom het histogram van dezelfde transactieprizen als natuurlijk logaritme. Net als voor de Vechtstreek levert transformatie van de transactieprizen in hun natuurlijk logaritme een mooie Normale verdeling op, en worden deze getransformeerde prijzen door middel van OLS geregresseerd op de verschillende hoofdcategorieën verklarende variabelen. De SPSS output wordt integraal gepresenteerd in de bijlage van dit rapport, en in de volgende paragrafen op onderdelen nader besproken.

Het geschatte model voor Rijnmond heeft een verklaarde variantie van 83,5 procent. Het model is geschat op basis van bijna 76 duizend waarnemingen. De kwartaaldummies zijn significant verschillend ten opzichte van het basiskwartaal (eerste kwartaal van 1995) en nemen zoals verwacht in waarde toe in de tijd.

4.3.1 Woningkarakteristieken

Vrijwel dezelfde woningkarakteristieken zijn opgenomen in het geschatte model voor de regio Rijnmond als voor de Vechtstreek. De regressie resultaten worden gepresenteerd in Tabel 4.8. Zoals verwacht heeft het woonoppervlakte wederom een significant positief effect op de verkoopprijs, evenals de aanwezigheid van een in- of aangebouwde garage en een tuin op het zuiden. Een eengezinswoning, grachtenpand en herenhuis of woonboerderij zijn duurder dan een flat en een herenhuis is weer duurder dan een grachtenpand en een eengezinswoning. Hoe beter het huis is geïsoleerd, hoe hoger de verkoopprijs. De mate van isolatie is enigszins gecorreleerd met het bouwjaar 1991-2000 ($r=0,462$). Dit is de hoogste correlatie die wordt aangetroffen tussen verklarende variabelen (als drempel voor uitsluiting wordt een *r*-waarde van 0,5 gehanteerd). Een nieuwer huis heeft ceteris paribus een hogere verkoopprijs, maar evenals in de vorige paragraaf wordt dit effect enigszins afgezwakt voor huizen die zijn gebouwd voor 1960.

Figuur 4.6 Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per jaar (in lopende prijzen) en histogram natuurlijk logaritme transactieprijs in Rijnmond



Tabel 4.8: Uitkomsten woningkarakteristieken voor Rijnmond

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Woonoppervlakte (m ²)	Natuurlijk logaritme	0,765 (0,003)***
Aanwezigheid van ingebouwde garage	Dummy	0,049 (0,004)***
Mate van isolatie	Lineair	0,003 (0,001)***
Tuin op zuiden	Dummy	0,011 (0,002)***
Eengezinswoning	Dummy	0,066 (0,002)***
Grachtenpand	Dummy	0,141 (0,023)***
Herenhuis/woonboerderij	Dummy	0,307 (0,004)***
Bouwjaar voor 1906	Dummy	-0,188 (0,009)***
Bouwjaar 1906-1930	Dummy	-0,223 (0,008)***
Bouwjaar 1931-1944	Dummy	-0,255 (0,008)***
Bouwjaar 1945-1959	Dummy	-0,266 (0,008)***
Bouwjaar 1960-1970	Dummy	-0,281 (0,008)***
Bouwjaar 1971-1980	Dummy	-0,260 (0,008)***
Bouwjaar 1981-1990	Dummy	-0,186 (0,008)***
Bouwjaar 1991-2000	Dummy	-0,062 (0,008)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

De meeste huizen in de NVM database voor Rijnmond stammen uit de periode 1960-1970 (17%), gevolgd door 1971-1980 (16%), 1981-1990 (15%) en 1991-2000 (15%).

4.3.2 Buurtkarakteristieken

Voor de buurtkarakteristieken bestaan een aantal kleine verschillen tussen Rijnmond en de Vechtstreek (Tabel 4.9). In plaats van de mate van verstedelijking blijkt de bevolkingsdichtheid in de regio Rijnmond een significant negatief effect te hebben op de huizenprijzen. Hoe meer mensen er op de vierkante kilometer wonen in een buurt, hoe lager ceteris paribus de verkoopprijs van een huis. De geschatte constante inkomenselasticiteit gebaseerd op het gemiddelde inkomen per inwoner in de buurt is in de regio Rijnmond iets lager dan in de Vechtstreek. De verkoopprijs van een huis in een buurt waar het gemiddelde inkomen per inwoner 1 procent hoger ligt dan in een vergelijkbare andere buurt is gemiddeld en ceteris paribus 0,5 procent hoger. De afstand tot het dichtstbijzijnde treinstation heeft een significant negatief teken, wat wil zeggen dat hoe dichterbij het treinstation, hoe hoger gemiddeld en ceteris paribus de huizenprijzen. Het negatieve effect wordt hier geïnterpreteerd als een indicator van het belang dat wordt gehecht aan goede bereikbaarheid. Het wonen in de buurt van een snelweg heeft in de regio Rijnmond geen significant effect op de huizenprijzen. Open groene ruimte wordt wederom positief gewaardeerd en leidt ceteris paribus tot een hogere verkoopprijs van een huis op de huizenmarkt.

Tabel 4.9: Uitkomsten buurtkarakteristieken voor Rijnmond

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Bevolkingsdichtheid (personen/km ²)	Lineair	$-8,949 \cdot 10^{-6}$ ($2,452 \cdot 10^{-7}$)***
Gemiddeld buurtinkomen per inwoner (€)	Natuurlijk logaritme	0,497 (0,007)***
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation (m)	Lineair	$-5,795 \cdot 10^{-6}$ ($2,963 \cdot 10^{-7}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde open groene ruimte (m)	Lineair	$-8,325 \cdot 10^{-5}$ ($7,889 \cdot 10^{-6}$)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

4.3.3 Waterkarakteristieken

In de database voor Rijnmond komen alle watertypen voor, inclusief kustwater. Echter, significant negatieve afstandseffecten worden alleen gevonden voor kleine wateren en kanalen (Tabel 4.10). Het afstandseffect is groter voor kleine wateren dan voor kanalen. Voor identieke huizen met een gemiddelde prijs van 225 duizend euro geldt dat het huis dat direct aan een klein water staat bijna 1.200 euro meer waard is dan een huis dat 100 meter verder weg staat. In het geval van een kanaal is dit verschil kleiner, namelijk 250 euro. De waardevermindering van huizen die verder weg staan van het water wordt constant en lineair verondersteld. Er worden voor de regio Rijnmond geen significante kwadratische effecten gevonden.

Tabel 4.10: Uitkomsten waterkarakteristieken voor Rijnmond

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Stadswater binnen 25 m	Dummy	0,052 (0,003)***
Afstand tot kleine wateren (m)	Lineair	$-5,299 \cdot 10^{-5}$ ($1,782 \cdot 10^{-6}$)***
Afstand tot kanaal (m)	Lineair	$-1,105 \cdot 10^{-5}$ ($7,017 \cdot 10^{-7}$)***
Waterrijkheid binnen straal van 1 km (m ²)	Lineair	$8,398 \cdot 10^{-8}$ ($2,990 \cdot 10^{-9}$)***
Doorzicht kanaal (dm)	Lineair	0,008 (0,001)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Woningen die binnen 25 meter van een stadswater afstaan zijn ook significant duurder dan woningen voor wie dat niet geldt. Gemiddeld en ceteris paribus is een woning binnen een straal van 25 meter van een stadswater 5 honderdste procent meer waard. Voor een huis met een gemiddelde verkoopwaarde van 225 duizend euro in 2005 betekent dit een meerwaarde van 11.700 euro.

De hoeveelheid water in de buurt is ook een significant verklarende variabele in de regressieanalyse. Hoe meer water zich in de buurt van een huis bevindt in een straal van 1 kilometer om het huis, hoe hoger gemiddeld en ceteris paribus de verkoopprijs van het huis.

Verder wordt er naast significante afstandseffecten voor kanalen ook een significant effect van doorzicht gevonden op de variatie in huizenprijzen. Een verbetering van het doorzicht met 10 centimeter leidt volgens het geschatte model gemiddeld en ceteris paribus tot een toename van de huizenprijs met 7 duizendste procent. Dit is zeven keer meer dan het effect dat wordt gevonden voor doorzicht in stadswater in de Vechtstreek. Voor een huis met een gemiddelde prijs van 225 duizend euro in de regio Rijnmond betekent dit een toename in de verkoopwaarde van 1.760 euro voor iedere 10 centimeter meer doorzicht.

Ook voor zware metalen (stadswater), zuurstofverbruik (stadswater en kanalen), fosfor en chlorofyl-A (beide kleine wateren) wordt een significant effect gevonden op de huizenprijs (negatief voor zware metalen, fosfor en chlorofyl-A en positief voor zuurstofverbruik). De met deze waterkwaliteitsvariabelen geschatte modellen hebben een iets lagere verklaarde variantie dan het hier gepresenteerde model met de variabele doorzicht en minder waarnemingen.

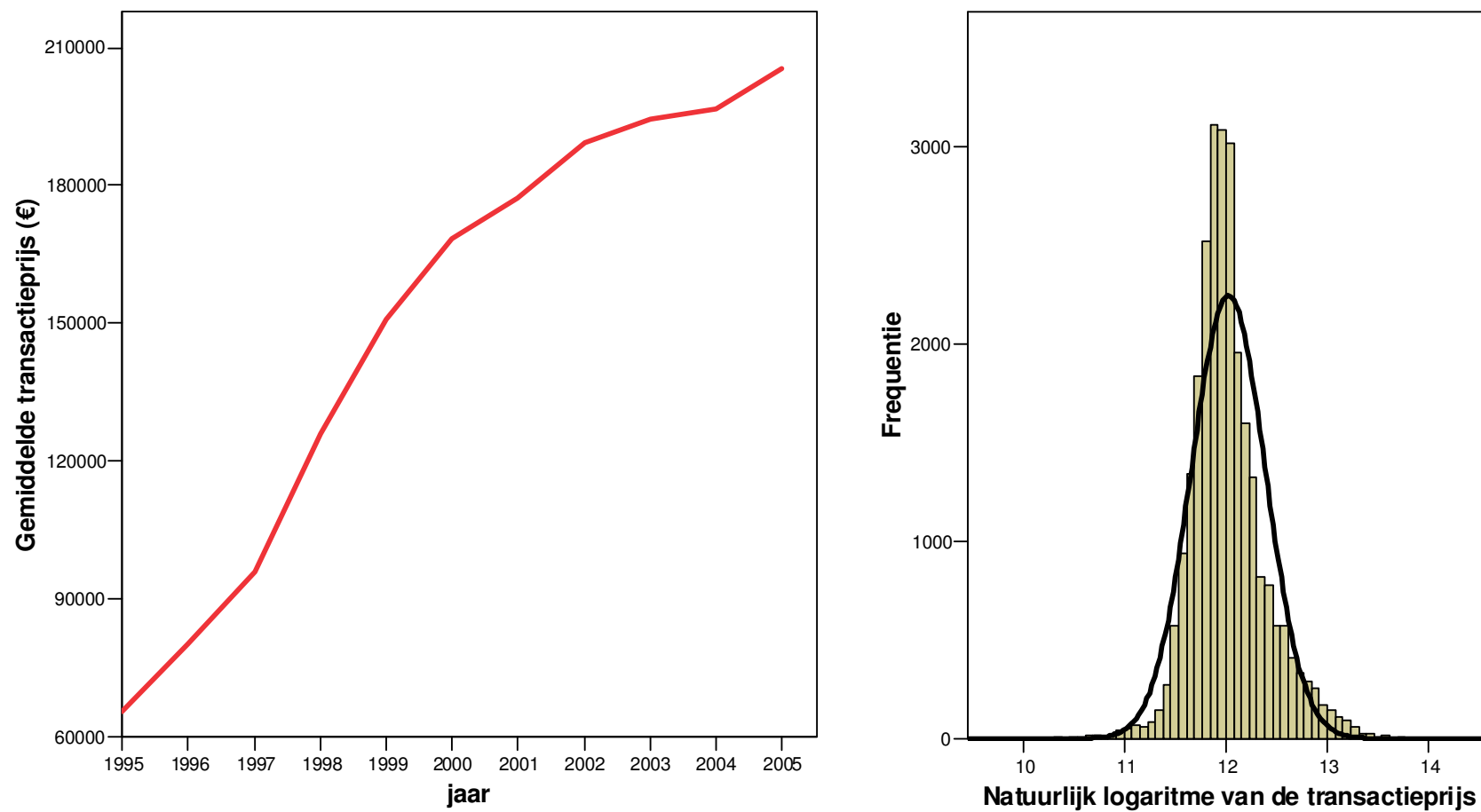
4.4 Flevoland

De gemiddelde huizenprijs in Flevoland is de helft van de tijd gelijk aan die in Rijnmond. In de jaren 1997-2000 en in 2002 is de gemiddelde huizenprijs in de NVM database in Flevoland significant hoger dan de gemiddelde prijs in Rijnmond (getest voor ieder jaar m.b.v. de *t*-test). De gemiddelde nominale prijs varieert tussen 65 duizend euro in 1995 tot iets meer dan 205 duizend euro in 2005 (Figuur 4.7), en is daarmee ieder jaar significant lager dan de gemiddelde huizenprijs in de Vechtstreek. Het histogram aan de rechterkant van Figuur 4.7 laat een iets smallere Normale verdeling zien dan de verdelingen van de getransformeerde transactieprizen in de Vechtstreek en Rijnmond in Figuur 4.5 en 4.6.

Het geschatte model voor Flevoland heeft een iets lagere verklaarde variantie dan de voorgaande twee modellen, namelijk 78,5 procent. Het model is ook geschat op basis van minder waarnemingen, namelijk iets meer dan 18 duizend (zie de bijlage). Opmerkelijk is dat de kwartaaldummies allemaal significant verschillen van het eerste basiskwartaal in 1995 behalve de laatste helft in 2002 en het eerste en derde kwartaal in 2003⁹. Verder valt de negatieve prijstrend op in Flevoland vergeleken met de Vechtstreek en Rijnmond. De negatieve prijstrend neemt geleidelijk af over de periode 1995-2004 en wordt pas vanaf eind 2002 significant positief ten opzichte van de basisdummy in 1995.

⁹ Het tweede kwartaal van 2002 is uit de analyse verwijderd vanwege te hoge correlatie met de andere kwartaaldummy variabelen.

Figuur 4.7 Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per jaar (in lopende prijzen) en histogram natuurlijk logaritme transactieprijs in Flevoland



4.4.1 Woningkarakteristieken

De opgenomen woningkarakteristieken hebben allemaal het verwachte effect (Tabel 4.11). Hoe groter de woning, hoe hoger de prijs. Een garage leidt ook tot een hogere prijs. In Flevoland zijn de verkochte eengezinswoningen, herenhuizen en grachtenpanden gemiddeld duurder dan de flats en appartementen, die als basistype in de regressie zijn opgenomen. De andere woningtypen zoals recreatiewoningen komen in Flevoland niet of nauwelijks voor (n=51 transacties voor recreatiewoningen). Evenals in de andere regio's heeft de aanwezigheid van een tuin een significant positief effect op de verkoopprijs, en ook de mate van isolatie. Hoe beter het huis is geïsoleerd, hoe hoger de verkoopprijs.

Tabel 4.11: Uitkomsten woningkarakteristieken voor Flevoland

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Woonoppervlakte (m ²)	Natuurlijk logaritme	0,629 (0,007)***
Aanwezigheid van ingebouwde garage	Dummy	0,068 (0,005)***
Mate van isolatie	Lineair	0,009 (0,001)***
Aanwezigheid van tuin	Dummy	0,017 (0,006)***
Eengezinswoning	Dummy	0,024 (0,011)**
Grachtenpand	Dummy	0,118 (0,062)*
Herenhuis/woonboerderij	Dummy	0,270 (0,011)***
Bouwjaar 1960-1970	Dummy	-0,208 (0,014)***
Bouwjaar 1971-1980	Dummy	-0,180 (0,009)***
Bouwjaar 1981-1990	Dummy	-0,090 (0,008)***
Bouwjaar 1991-2000	Dummy	-0,013 (0,008)*

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

In Flevoland zijn de oudste woningen die in de database voorkomen gebouwd in de periode 1960-1970. Vandaar dat eerdere bouwperiodes niet in het geschatte model voorkomen. Ten opzichte van de meest recente bouwperiode zijn de oudere woningen in deze regio minder waard, waarbij geldt hoe ouder de woning, hoe lager de verkoopprijs. De dummy voor de bouwperiode 1991-2000 is statistisch nog net significant bij een maximale overschrijdskans van 10 procent.

4.4.2 Buurtkarakteristieken

In deze categorie blijken de volgende vier variabelen een significant effect te hebben op de huizenprijzen (Tabel 4.12): bevolkingsdichtheid (hoe meer mensen per vierkante meter, hoe lager de verkoopprijs), het gemiddeld buurtinkomen (hoe hoger het inkomen, hoe hoger de gemiddelde verkoopprijs), de afstand tot het dichtstbijzijnde treinstation

(het treinstation heeft hier een positief effect, waarschijnlijk vanwege de overlast: hoe dichterbij het treinstation, hoe lager de gemiddelde huizenprijs), en open groene ruimte (hoe dichterbij open groene ruimte, hoe hoger de huizenprijs). Wegens hoge correlaties zijn variabelen zoals mate van stedelijkheid en de nabijheid van snelwegen (de laatste met de afstand tot het treinstation; $r=0,887$; $p<0,001$) niet in de analyse meegenomen.

Tabel 4.12: Uitkomsten buurtkarakteristieken voor Flevoland

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Bevolkingsdichtheid (personen/km ²)	Lineair	$-1,525 \cdot 10^{-5}$ ($8,353 \cdot 10^{-7}$)***
Gemiddeld buurtinkomen per inwoner (€)	Natuurlijk logaritme	0,394 (0,012)***
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation (m)	Lineair	$1,151 \cdot 10^{-5}$ ($6,211 \cdot 10^{-7}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde open groene ruimte (m)	Lineair	$-0,0002$ ($1,261 \cdot 10^{-5}$)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

De inkomenscoëfficiënt is in Flevoland lager dan in de Vechtstreek en Rijnmond, wat wil zeggen dat het relatieve effect van buurtinkomen op de variatie in huizenprijzen in Flevoland iets minder groot is dan in de voorgaande regio's. Met iedere 100 meter afstand van de dichtstbijzijnde open groene ruimte neemt de waarde van een woning gemiddeld en ceteris paribus af met twee honderdste procent. Voor een huis met een gemiddelde huizenprijs van 225 duizend euro betekent dit een constant veronderstelde waardevermindering van 4.780 euro per 100 meter.

4.4.3 Waterkarakteristieken

In de database van Flevoland komen geen kustwateren en grote rivieren voor. Verder is het aantal kleine riviertjes en beekjes zeer beperkt ($n=98$). In de regressieanalyse blijken alleen de afstandseffecten voor kleine wateren en meren statistisch significant (Tabel 4.13). In het laatste geval betreft dit ofwel de Randmeren of het IJsselmeer.

Tabel 4.13: Uitkomsten waterkarakteristieken voor Flevoland

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Afstand tot kleine wateren (m)	Lineair	$-2,917 \cdot 10^{-5}$ ($3,306 \cdot 10^{-6}$)***
Afstand tot meren (m)	Lineair	$-1,358 \cdot 10^{-5}$ ($1,178 \cdot 10^{-6}$)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

De verkoopprijs van huizen in de Flevopolder aan de Randmeren of het IJsselmeer neemt volgens de modelschatting met iedere 100 meter dichterbij het water toe met een constante 1 duizendste procent oftewel 300 euro voor een huis met een gemiddelde waarde van 225 duizend euro. Het afstandseffect voor kleine wateren is bijna drie keer

groter dan voor meren. Het opnemen van kwadratische afstandseffecten voor afstand tot meren of kleine wateren heeft geen significant effect. Waterrijkheid is gecorreleerd met afstand tot meren ($r=0,556$; $p<0,001$) en daarom buiten de analyse gelaten. Voor doorzicht wordt geen enkel significant effect gevonden. Tussen stoffen, die van invloed zijn op de waterkwaliteit, bestaan aanzienlijke correlaties, waardoor er maar een beperkt aantal combinaties van meegenomen kunnen worden in de analyse¹⁰. Alleen tussen de concentratie van zware metalen, fosfor en chlorofyl-A in meren en huizenprijzen wordt een significant negatief verband gevonden. Fosfor is ook significant in kleine wateren.

4.5 Maasplassen

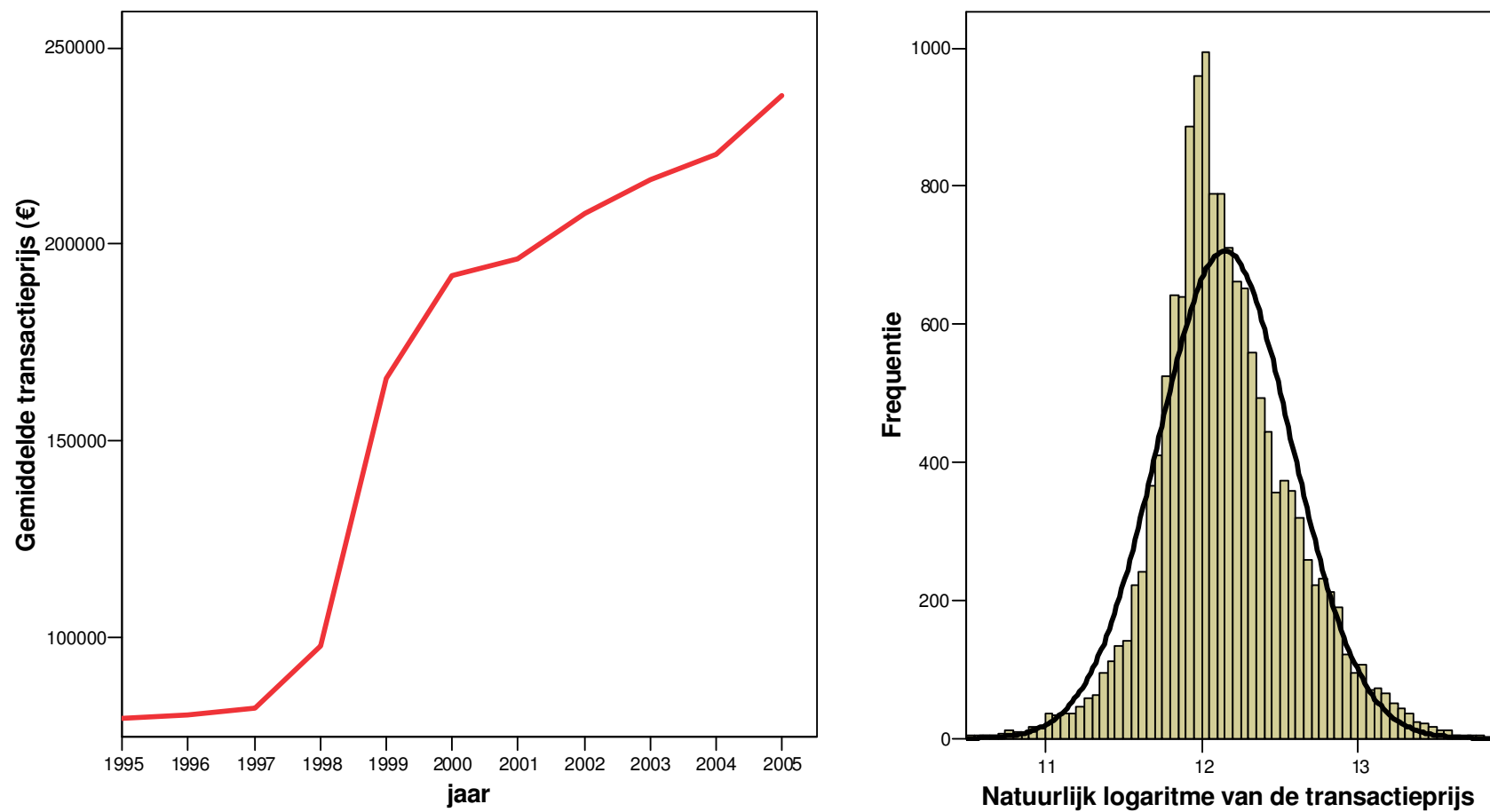
De gemiddelde huizenprijs in en rondom de Maasplassen varieert tussen de 80 duizend euro in 1995 en bijna 240 duizend euro in 2005 (Figuur 4.8). Vooral tussen 1998 en 2000 stijgen de nominale huizenprijzen in lopende prijzen flink zoals af te lezen is uit de steile lijn in de linkerfiguur in Figuur 4.8. De gemiddelde huizenprijs in de NVM database in de Maasplassen ligt vanaf 1999 significant hoger dan de gemiddelde prijs in Flevoland (getest voor ieder jaar m.b.v. de *t*-test). Tussen 1995 en 1998 ligt de prijs in Flevoland iets hoger of is de prijs in de Maasplassen gelijk aan die in Flevoland. Het grootste deel van de periode 1995-2005 is de gemiddelde huizenprijs in en rondom de Maasplassen ook significant hoger dan in Rijnmond behalve in de periode 1996-1998. De gemiddelde huizenprijzen in de Vechtstreek blijven de hele tijdsperiode significant hoger dan in de Maasplassen. Vanwege de Normale verdeling van het natuurlijk logaritme van de transactieprijzen in en rondom de Maasplassen wordt het HP model wederom geschat met behulp van OLS (zie de SPSS uitvoer in de bijlage). De verklaarde variantie van het HP model voor de Maasplassen is nog weer ietsjes lager dan die van Flevoland, namelijk 75,5 procent, gebaseerd op iets meer dan 11 duizend waarnemingen. De kwartaaldummies zijn allemaal significant positief bij een maximale overschrijdingskans van 10 procent en nemen volgens verwachting in waarde toe van 1995 tot en met 2005.

4.5.1 Woningkarakteristieken

Dezelfde woningkarakteristieken zijn wederom opgenomen in de regressieanalyse en hebben allemaal het verwachte effect (Tabel 4.14). In de NVM database voor de Maasplassen komen vooral rijtjes eengezinswoningen, herenhuizen en woonboerderijen en flats en appartementen, geen grachtenpanden. Een eengezinswoning en een herenhuis zijn duurder dan een flat of appartement (basistype), en een herenhuis is weer duurder dan een eengezinswoning. Een tuin heeft geen significant effect op de huizenprijs. Woonoppervlakte wel, evenals een in- of aangebouwde garage. Hoe beter het huis is geïsoleerd, hoe hoger de verkoopwaarde. Er bestaat wederom enige correlatie tussen isolatie

¹⁰ Fosfaat en chlorofylgehaltes van kleine wateren en meren zijn zwaar gecorreleerd ($r=0,940$ voor beide stoffen in kleine wateren en $r=0,722$ voor meren) en kunnen dus niet samen opgenomen worden in het model.

Figuur 4.8 Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per jaar (in lopende prijzen) en histogram natuurlijk logaritme transactieprijs in de Maasplassen



en bouwjaar van het huis, maar deze is beperkt en overschrijdt niet de drempel van $r=0,5$ (hoogste correlatie is 0,43 met de bouwperiode 1991-2000). De meeste huizen in de Maasplassen database zijn gebouwd in de periode 1970-1980 (22%), 1981-1990 (22%) en 1991-2000 (21%). Hoe ouder het huis, hoe lager de verkoopprijs is geweest. Alleen de dummy voor de periode 1991-2000 is niet significant ten opzichte van de basisperiode na 2000.

Tabel 4.14: Uitkomsten woning-, buurt- en waterkarakteristieken voor de Maasplassen

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
<i>Woningkarakteristieken</i>		
Woonoppervlakte (m ²)	Natuurlijk logaritme	0,678 (0,009)***
Aanwezigheid van ingebouwde garage	Dummy	0,061 (0,007)***
Mate van isolatie	Lineair	0,011 (0,001)***
Eengezinswoning	Dummy	0,020 (0,008)***
Herenhuis/woonboerderij	Dummy	0,245 (0,010)***
Bouwjaar voor 1906	Dummy	-0,149 (0,021)***
Bouwjaar 1906-1930	Dummy	-0,135 (0,017)***
Bouwjaar 1931-1944	Dummy	-0,115 (0,017)***
Bouwjaar 1945-1959	Dummy	-0,073 (0,015)***
Bouwjaar 1960-1970	Dummy	-0,147 (0,014)***
Bouwjaar 1971-1980	Dummy	-0,151 (0,014)***
Bouwjaar 1981-1990	Dummy	-0,128 (0,014)***
Bouwjaar 1991-2000	Dummy	0,002 (0,013)
<i>Buurtkarakteristieken</i>		
Mate van stedelijkheid	Lineair	-0,027 (0,003)***
Gemiddeld buurtinkomen per inwoner (€)	Natuurlijk logaritme	0,442 (0,019)***
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg (m)	Lineair	$2,041 \cdot 10^{-6}$ ($1,114 \cdot 10^{-6}$)*
Afstand tot open groene ruimte (m)	Lineair	-0,0001 ($2,050 \cdot 10^{-5}$)***
<i>Waterkarakteristieken</i>		
Stadswater binnen 25 m	Dummy	0,036 (0,017)**
Afstand tot kleine wateren (m)	Lineair	$-7,568 \cdot 10^{-5}$ ($2,220 \cdot 10^{-5}$)***
Afstand tot beekjes en riviertjes (m)	Lineair	$-2,159 \cdot 10^{-5}$ ($2,693 \cdot 10^{-6}$)***
Afstand tot beekjes en riviertjes (m)	Kwadratisch	$2,932 \cdot 10^{-8}$ ($1,381 \cdot 10^{-8}$)**
Doorzicht stadswater (dm)	Lineair	0,012 (0,0006)***
Doorzicht beekjes en riviertjes (dm)	Lineair	0,009 (0,0008)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

4.5.2 Buurtkarakteristieken

Van de verschillende buurtkarakteristieken die zijn opgenomen in de regressieanalyse blijken in het geschatte model voor de Maasplassen alleen bevolkingsdichtheid (negatief effect), gemiddeld buurtinkomen (positief effect), afstand tot het dichtstbijzijnde snelweg (positief effect) en afstand tot het dichtstbijzijnde open groen (negatief effect) significant van invloed op de huizenprijzen over de periode 1995-2005. Zie Tabel 4.14. De omvang van de constante gemiddelde buurtinkomenscoëfficiënt is vergelijkbaar met die voor Rijnmond en is ietsjes hoger dan die in Flevoland, maar lager dan de inkomenscoëfficiënt die is gevonden voor de Vechtstreek. Per 100 meter is het afstandseffect voor open groene ruimte 1 honderdste procent, oftewel 2.600 euro voor een huis met een gemiddelde waarde van 225 duizend euro.

4.5.3 Waterkarakteristieken

In en rond de Maasplassen zijn alleen voldoende waarnemingen binnen een straal van 5 kilometer rondom iedere transactie voor kleine wateren, beekjes en riviertjes, kanalen en vaarten en sloten. Het aantal waarnemingen voor meren en plassen en grote rivieren is zeer beperkt en wordt hier daarom ook niet opgenomen in de analyse. Significant negatieve afstandseffecten worden gevonden voor beekjes en riviertjes en andere kleine wateren (Tabel 4.10). Het afstandseffect is iets groter voor kleine wateren dan voor een beek. Voor kleine wateren wordt een significant kwadratisch effect gevonden, met een omslagpunt op 1.290 meter. Op 100 meter afstand van een klein water is de prijs gemiddeld en ceteris paribus 1.670 euro lager en op 1000 meter iets meer dan 11 duizend euro. Huizen die binnen 25 meter afstand van een stadswater staan zijn bijna 4 honderdste procent duurder dan huizen voor wie dit niet het geval is.

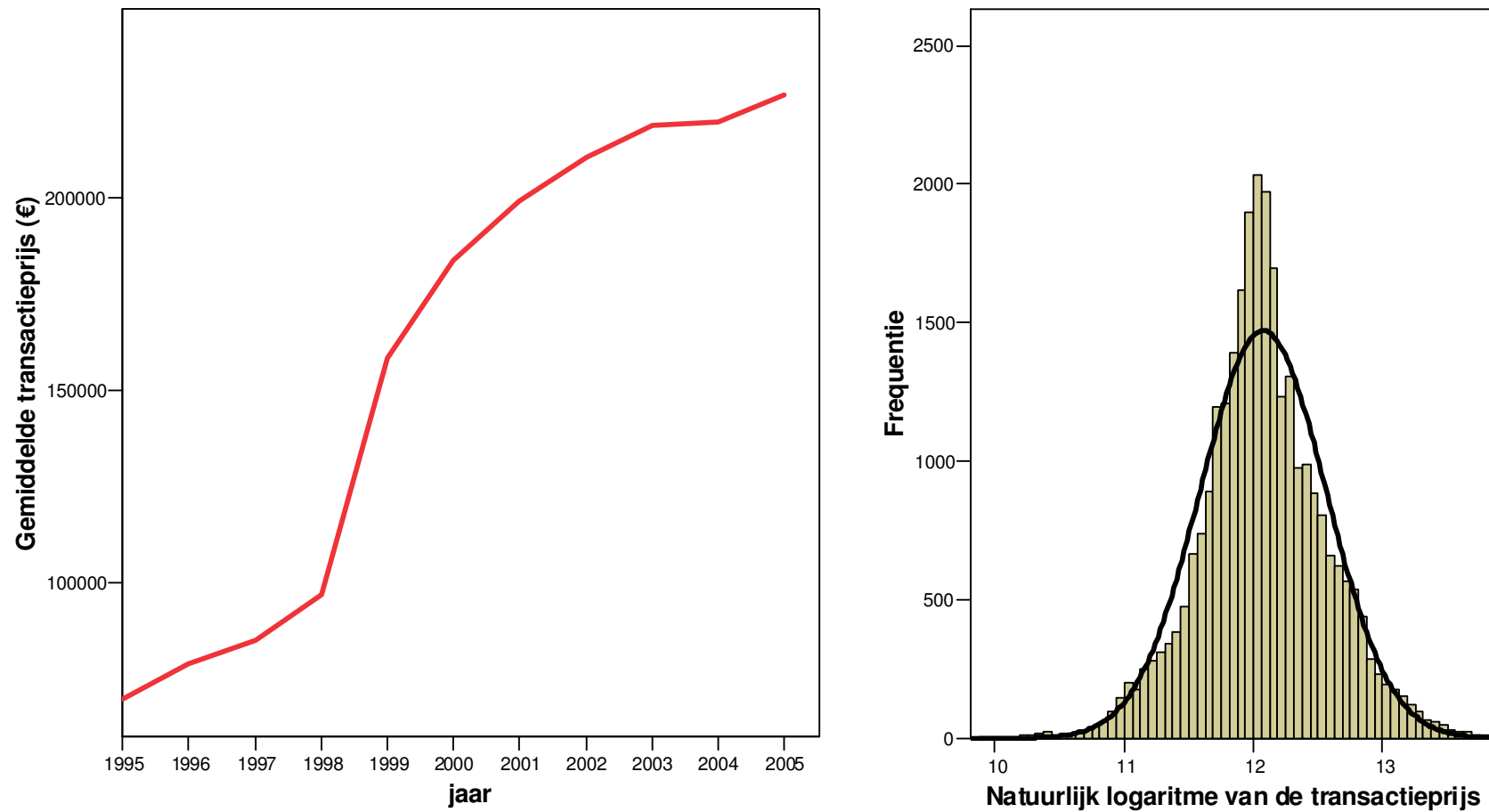
Tussen de waterkwaliteitsvariabelen bestaan wederom correlaties en deze kunnen dus niet gezamenlijk in het model worden opgenomen. Doorzicht laat per watertype het meest voor de hand liggende effect zien en leidt net als in de voorgaande regio's tot de hoogste verklaarde variantie. Het grootste significante positieve effect wordt gevonden voor doorzicht van stadswater: 10 centimeter extra doorzicht leidt ceteris paribus tot een prijsstijging van 2.780 euro voor een huis met een gemiddelde waarde van 225 duizend euro. In het geval van beken is dit effect 2.050 euro per huis.

Voor zware metalen en fosfor wordt in kleine wateren een significant negatief effect gevonden op de gemiddelde huizenprijs, terwijl zuurstofverbruik een significant positief effect heeft op huizenprijzen in stadswater en beekjes.

4.6 Gelderse Poort

De gemiddelde huizenprijs in de Gelderse Poort ligt rond de 70 duizend euro in 1995 en 2230 duizend euro in 2005 (Figuur 4.9). Omgezet in zijn logaritmische vorm laten ook de huizenprijzen in de Gelderse Poort een mooie Normale verdeling zien. De huizenprijzen in de Gelderse Poort liggen over de periode 1999-2005 gemiddeld hoger dan in Flevoland en Rijnmond. Het gemiddelde prijsniveau in de Gelderse Poort is bijna gelijk aan die in de Maasplassen op een kleine drietal jaren na. De huizenprijzen zijn, zoals gezegd, het hoogst in de Vechtstreek over de hele periode 1995-2005.

Figuur 4.9 Ontwikkeling gemiddelde transactieprijs per jaar (in lopende prijzen) en histogram natuurlijk logaritme transactieprijs Gelderse Poort



De verklaarde variantie van het HP model voor de Gelderse Poort is 78 procent. Het totale aantal waarnemingen waarop de OLS regressie is gebaseerd is 7.822. Een deel van de kwartaaldummies is niet significant (4^e kwartaal van 1998, 2^e kwartaal van 2003, en alle 4 kwartalen in 2004). De kwartaaldummies zijn net als in de regio Flevoland eerst negatief en worden pas vanaf 2004 positief.

4.6.1 Woningkarakteristieken

Woonoppervlakte en isolatie hebben net als in de vorige modellen een significant positief effect (Tabel 4.15). De aanwezigheid van een garage of tuin heeft geen significante invloed op de huizenprijs in de regio Gelderse Poort. Een eengezinshuis en een herenhuis zijn significant duurder dan een flat of appartement en een herenhuis is weer duurder dan een rijtjeshuis. Grachtenpanden worden niet aangetroffen in de database voor de Gelderse Poort. Oudere huizen hebben ceteris paribus een lagere verkoopwaarde. Dit effect zwakt af voor huizen die zijn gebouwd voor 1970. De meeste huizen in de NVM database stammen uit de periode 1960-1970 (20%), gevolgd door 1971-1980 (18%) en 1991-2000 (16%).

Tabel 4.15: Uitkomsten woningkarakteristieken voor de Gelderse Poort

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Woonoppervlakte (m ²)	Natuurlijk logaritme	0,719 (0,010)***
Aanwezigheid van ingebouwde garage	Dummy	0,001 (0,012)
Mate van isolatie	Lineair	0,019 (0,002)***
Tuin op zuiden	Dummy	0,002 (0,005)
Eengezinswoning	Dummy	0,034 (0,007)***
Herenhuis/woonboerderij	Dummy	0,274 (0,010)***
Bouwjaar voor 1906	Dummy	-0,019 (0,020)
Bouwjaar 1906-1930	Dummy	-0,035 (0,019)*
Bouwjaar 1931-1944	Dummy	-0,051 (0,019)***
Bouwjaar 1945-1959	Dummy	-0,083 (0,018)***
Bouwjaar 1960-1970	Dummy	-0,137 (0,018)***
Bouwjaar 1971-1980	Dummy	-0,145 (0,017)***
Bouwjaar 1981-1990	Dummy	-0,088 (0,017)***
Bouwjaar 1991-2000	Dummy	-0,047 (0,016)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

4.6.2 Buurtkarakteristieken

De mate van stedelijkheid heeft een significant negatieve invloed op de huizenprijzen (Tabel 4.16). Hoe stedelijker de omgeving, hoe lager ceteris paribus de gemiddelde prijs van een huis. Het gemiddelde buurtinkomen is ook weer significant positief op de gemiddelde huizenprijs. De geschatte coëfficiënt is het laagst van alle regio's. Afstand tot het dichtstbijzijnde treinstation heeft een significant negatief effect op de huizenprijzen. De aanwezigheid van een treinstation wordt dus positief gewaardeerd. De afstand tot de dichtstbijzijnde snelweg heeft een significant positief effect op de huizenprijzen, wat betekent dat huizen die verder weg staan van een snelweg een relatief hogere prijs hebben.

Open groene ruimte heeft ook een significant negatief effect op de huizenprijzen (hoe dichter bij open groen, hoe hoger de huizenprijs). Iedere 100 meter dichter bij een open groene ruimte leidt ceteris paribus tot een waardetoeename van het huis van iets meer dan 1 honderdste procent, oftewel 3.200 euro voor een huis met een gemiddelde waarde van 225 duizend euro.

Tabel 4.16: Uitkomsten buurtkarakteristieken voor de Gelderse Poort

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Mate van stedelijkheid	Lineair	-0,018 (0,003)***
Gemiddeld buurtinkomen per inwoner (€)	Natuurlijk logaritme	0,372 (0,018)***
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation (m)	Lineair	$-2,310 \cdot 10^{-5}$ ($2,170 \cdot 10^{-6}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg (m)	Lineair	$3,023 \cdot 10^{-5}$ ($1,937 \cdot 10^{-6}$)***
Afstand tot dichtstbijzijnde open groene ruimte (m)	Lineair	-0,0001 ($2,098 \cdot 10^{-5}$)**

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

4.6.3 Waterkarakteristieken

Meren en kustwateren ontbreken in de database voor de Gelderse Poort. Voor de meeste andere watertypen wordt zowel een significant afstandseffect gevonden als een waterkwaliteitseffect (Tabel 4.17). De aanwezigheid van stadswater in een straal van 25 meter heeft een significant positief effect op de huizenprijs. Huizen die binnen 25 meter afstand van een stadswater staan zijn 6 honderdste procent duurder dan huizen voor wie dit niet het geval is. Voor een huis met een gemiddelde prijs van 225 duizend euro betekent dit een meerwaarde van 13 duizend euro. Het afstandseffect is het grootst voor kleine wateren, gevolgd door grote rivieren en tenslotte beken. In het geval van kleine wateren neemt de waarde van een huis af met 1.560 euro per 100 meter.

Tabel 4.17: Uitkomsten waterkarakteristieken voor de Gelderse Poort

Verklarende variabele	Kenmerk variabele	Schatting
Stadswater binnen 25 m	Dummy	0,058 (0,013)***
Afstand tot kleine wateren (m)	Lineair	-6,943*10 ⁻⁵ (7,221*10 ⁻⁶)***
Afstand tot grote rivieren (m)	Lineair	-4,579*10 ⁻⁵ (8,268*10 ⁻⁶)***
Afstand tot grote rivieren kwadratisch (m)	Kwadratisch	1,190*10 ⁻⁸ (1,642*10 ⁻⁹)***
Afstand tot beken en riviertjes (m)	Lineair	-1,764*10 ⁻⁵ (1,067*10 ⁻⁵)***
Afstand tot beken en riviertjes kwadr (m)	Kwadratisch	3,847*10 ⁻⁹ (1,866*10 ⁻⁹)***
Doorzicht stadswater (dm)	Lineair	0,003 (0,001)***
Doorzicht kleine wateren (dm)	Lineair	0,059 (0,017)***
Doorzicht grote rivieren (dm)	Lineair	0,005 (0,001)***
Doorzicht beken en riviertjes (dm)	Lineair	0,007 (0,001)***

Toelichting: Standaard fouten tussen haakjes. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Voor grote rivieren en beken wordt een significant lineair en een significant kwadratisch afstandseffect gevonden. Het omslagpunt voor grote rivieren ligt op 1.925 meter en voor beken op 2.290 meter. Op 100 meter afstand van een rivier is de waarde van een gemiddeld huis duizend euro lager dan een zelfde huis dat direct (0 meter) aan de rivier staat. Op 500 meter is deze waardedaling 4.600 euro voor een gemiddeld huis en op 1.000 meter afstand bijna 7.900 euro. Voor beken zijn deze waarden respectievelijk 395, 1.800 en 3.185 euro voor 100, 500 en 1.000 meter. Waterrijkheid is niet opgenomen in de regressieanalyse vanwege correlatie met de afstandsvariabelen voor verschillende watertypen.

Naast deze afstandseffecten wordt ook een significante invloed van het doorzicht van al deze watertypen op huizenprijzen gevonden. Het grootste effect wordt evenals voor afstand gevonden voor kleine wateren. Voor een huis met een gemiddelde verkoopprijs van 225 duizend euro geldt dat de waarde ceteris paribus toeneemt met 13.250 euro als het doorzicht met 10 centimeter verbetert. Deze waardeestijging is 1.590 euro voor beken, 1.140 euro voor rivieren en 740 euro voor stadswater.

Voor de andere waterkwaliteitsvariabelen wordt alleen in het geval van zuurstofverbruik voor dezelfde watertypen (stadswater, kleine wateren, rivier, beek) een significant positief effect gevonden op de huizenprijzen. Dit geschatte model heeft ongeveer dezelfde verklaarde variantie als het hier gepresenteerde model met doorzicht (met minder waarnemingen). Verder wordt alleen voor fosfor en zware metalen in grote rivieren een significant negatief effect gevonden op huizenprijzen.

5. Samenvatting en conclusies

Het doel van deze studie is tot een nadere onderbouwing te komen van de economische waarde van wonen aan water, met speciale aandacht voor het mogelijke effect van waterkwaliteit op de woningprijs. Dit is gedaan door middel van het schatten van een hedonisch prijsmodel waarin wordt gekeken in hoeverre een significant verband kan worden gevonden tussen huizenprijzen en (1) de karakteristieken van deze huizen, (2) de karakteristieken van de buurt en omgeving van deze huizen, (3) de aanwezigheid van verschillende watertypen in de nabijheid van de huizen, en (4) de kwaliteit van dit nabijgelegen water. Een belangrijk deel van de onderzoekstijd zit in het opzetten en klaarmaken van de database voor vijf verschillende regio's in Nederland, die is gebruikt om het hedonische prijsmodel te schatten. In totaal bestaat de database uit bijna 216 duizend waarnemingen over een periode van 11 jaar (1995-2005), dat wil zeggen transacties van huizenprijzen waaraan sociaal-demografische wijk- en buurtgegevens zijn gekoppeld en geografische gegevens omtrent de aanwezigheid van water en waterkwaliteit.

Eén model is geschat voor alle regio's samen (hieronder generiek model genoemd) om te testen in hoeverre water in alle vijf regio's een rol speelt bij het verklaren van de variatie in huizenprijzen en de kwaliteit van het dichtstbijzijnde water. Met dit generieke model wordt aangetoond dat er significante verschillen bestaan tussen de vijf regio's. De regio waarin de studie is uitgevoerd blijkt een significante invloed te hebben op de resultaten, wat aangeeft dat de resultaten niet generiek toepasbaar zijn. Vanwege de omvang van de database en de variatie in watertypen per regio, zijn dus ook vijf aparte regiomodellen geschat.

In de modellen zijn kwartaaldummies opgenomen om te controleren voor trends in huizenprijzen over de beschouwde tijdsperiode. Verder wordt een belangrijk deel van de variatie in huizenprijzen steeds verklaard door ongeveer dezelfde kenmerken van de huizen en de buurt waarin deze huizen staan. Naast woningtype worden significante positieve verbanden gevonden tussen huizenprijzen en woonoppervlakte, de aanwezigheid van een garage en tuin, en de mate waarin het huis is geïsoleerd. Ook het bouwjaar heeft zoals verwacht invloed op de huizenprijs waarbij nieuwere woningen wanneer andere relevante aspecten constant worden gehouden gemiddeld een hogere verkoopprijs hebben dan oudere woningen. Het gemiddelde buurtinkomen is significant positief van invloed op huizenprijzen. De mate van verstedelijking van een buurt en de bevolkingsdichtheid hebben een negatief effect op de gemiddelde huizenprijs. Afstand tot snelweg wordt in het algemeen negatief gewaardeerd. Hoe dichterbij een snelweg, hoe lager de verkoopwaarde van een huis. De afstand tot een treinstation wordt juist meestal positief gewaardeerd. Afstand tot open groene ruimte in de buurt wordt eveneens positief gewaardeerd. De meerprijs van huizen ten opzichte van open groene ruimte varieert van acht duizendste procent per 100 meter in Rijnmond tot twee honderdste procent per 100 meter in Flevoland. Gerelateerd aan een gemiddelde huizenprijs in de steekproef van 225 duizend euro betekent dit een economische waarde van respectievelijk 1.340 tot 4.780 euro per huis voor iedere 100 meter dat het dichterbij of verder van een open groene ruimte staat.

Het meest interessant en relevant voor deze studie zijn de watergerelateerde karakteristieken van een buurt. Dit wordt hieronder samengevat onder de kopjes 'Effect van watertypen in de buurt' en 'Effect van waterkwaliteit'.

Effect van watertypen in de buurt

In het generieke model wordt een significant afstandseffect gevonden voor water in de buurt van huizen. De waarde van wonen aan water is afhankelijk van de afstand die een huis van het water afstaat. Huizen dalen in waarde naarmate ze verder van water afstaan. Dit effect houdt op bij ongeveer 600 meter. Dit is twee keer zover als hetzelfde effect dat wordt gevonden voor afstand tot open groene ruimte.

Een huis dat op 50 meter afstand staat van water is ceteris paribus gemiddeld 900 euro minder waard dan een zelfde huis dat direct, dwz. op nul meter afstand, aan het water staat. Dit is gebaseerd op een gemiddelde huizenprijs in de steekproef in het jaar 2005 van 225 duizend euro. Deze waardedaling neemt toe tot 1.700 euro op 100 meter afstand en 6.500 euro op 600 meter afstand. Een huis dat direct aan het water staat kan met andere woorden maximaal 6.500 euro meer waard zijn dan een huis dat op 600 meter afstand van het water staat. Dit is gelijk aan maximaal 2,9 procent van de gemiddelde verkoopwaarde van een huis in de steekproef in 2005 en daarmee aanzienlijk lager dan eerdere schattingen van Luttik en Zijlstra (1997).

De resultaten van de regiospecifieke modellen zijn samengevat in Tabel 4.18. Wonen in een straal van 25 meter aan stadswater heeft een significant positief effect op de gemiddelde huizenprijs in alle regio's behalve Flevoland. De meerwaarde van wonen aan stadswater varieert voor een gemiddelde woning van 225 duizend euro in 2005 van 8 duizend euro in de regio Maasplassen tot 13 duizend euro in de regio Gelderse Poort.

De aanwezigheid van kleine wateren heeft ook een significant effect op huizenprijzen in alle regio's behalve de Vechtstreek. Het afstandseffect voor kleine wateren is het kleinst in Flevoland (660 euro per 100 meter) en het grootst in de regio Maasplassen (1.700 euro per 100 meter).

De afstand tot meren heeft een significant positief effect op de waarde van wonen aan water in Flevoland en de Vechtstreek. Het afstandseffect voor meren is in de Vechtstreek enkele malen groter als in Flevoland. Een huis van 225 duizend euro op 100 meter afstand van een meer is in Flevoland gemiddeld 300 euro minder waard dan een zelfde huis dat direct aan het meer staat, terwijl deze waardedaling in de Vechtstreek 1.875 euro is.

Significante afstandseffecten voor beken worden gevonden in de regio Maasplassen en Gelderse Poort. In beide regio's worden punten gevonden waar de waardedaling omslaat. In de regio Maasplassen is dit op 1.290 meter afstand van een beek en in de regio Gelderse Poort 1 kilometer verder op 2.290 meter.

Tenslotte worden significant afstandseffecten voor grote rivieren alleen gevonden in de Gelderse Poort en voor kanalen en vaarten alleen in de regio Rijnmond.

Tabel 4.18: Samenvatting effect van afstand tot water en doorzicht op de gemiddelde huizenprijs in 2005 per watertype in de vijf verschillende regio's in de steekproef

Watertype	Regio	Meerprijs woning aan water ¹	
		€ per 100 meter afstand	€ per 10 cm doorzicht
Stadswater	Vechtstreek	8.700 (3,8%)	265 (0,1%)
	Rijnmond	11.700 (5,2%)	-
	Flevoland	-	-
	Maasplassen	8.040 (3,6%)	2.780 (1,2%)
	Gelderse Poort	13.000 (5,8%)	740 (0,3%)
Kleine wateren	Vechtstreek	-	-
	Rijnmond	1.190 (0,5%)	-
	Flevoland	660 (0,3%)	-
	Maasplassen	1.700 (0,8%)	-
	Gelderse Poort	1.560 (0,7%)	13.265 (5,9%)
Grote rivieren	Vechtstreek	-	-
	Rijnmond	-	-
	Flevoland	-	-
	Maasplassen	-	-
	Gelderse Poort	1.015 (0,5%)*	1.140 (0,5%)
Meren en plassen	Vechtstreek	1.875 (0,8%)*	-
	Rijnmond	-	-
	Flevoland	305 (0,1%)	-
	Maasplassen	-	-
	Gelderse Poort	-	-
Beken	Vechtstreek	-	-
	Rijnmond	-	-
	Flevoland	-	-
	Maasplassen	1.670 (0,7%)*	2.050 (0,9%)
	Gelderse Poort	390 (0,2%)*	1.590 (0,7%)
Kanalen	Vechtstreek	-	-
	Rijnmond	250 (0,1%)	1.760 (0,8%)
	Flevoland	-	-
	Maasplassen	-	-
	Gelderse Poort	-	-

¹ Gemiddelde woning betekent hier een huis met een gemiddelde verkoopwaarde in 2005 van 225 duizend euro. In het geval van stadswater betreft het de meerwaarde van wonen binnen een straal van 25 meter van stadswater.

* De verandering in de waarde van een woning is in deze gevallen afhankelijk van de specifieke afstand tot het water en dus niet zoals in de andere gevallen constant.

- Geen effect

In de meeste gevallen wordt dus een constante lineaire meerprijs voor afstand gevonden. In vier gevallen blijkt de meerwaarde te variëren afhankelijk van de specifieke afstand dat een huis van het water afstaat: voor meren en plassen in de Vechtstreek, beken in de Maasplassen en in de regio Gelderse Poort en grote rivieren in de regio Gelderse Poort.

Effect van waterkwaliteit

De verschillende samengestelde waterkwaliteitsvariabelen zijn veelal zwaar gecorreleerd in alle regio's. Om te voorkomen dat er teveel correlatie ontstaat in de geschatte modellen zijn daarom interactietermen gemaakt van waterkwaliteitsparameters per watertype. Van alle waterkwaliteitsvariabelen blijkt doorzicht het vaakst een significant positief effect te hebben op de waargenomen huizenprijzen (hoe groter het doorzicht, hoe hoger de verkoopprijs). Daarom worden in dit rapport alleen de resultaten getoond met doorzicht als belangrijkste verklarende variabele in het geschatte regressiemodel.

In het generieke model worden significante positieve effecten gevonden voor doorzicht op huizenprijzen voor de watertypen meren, beken en kanalen. De meerwaarde van een gemiddeld huis met een verkoopwaarde van 225 duizend euro als gevolg van een verbetering van het doorzicht met 10 centimeter van het dichtstbijzijnde meer is ceteris paribus 1.090 euro (0,5%). Deze meerwaarde is 765 euro voor beken (0,3%) en 385 euro voor kanalen (0,2%). Significante verbanden worden eveneens gevonden voor de andere waterkwaliteitsvariabelen (zware metalen, fosfor, chlorofyl-A en zuurstofverbruik), maar niet voor alle watertypen. De geschatte modellen met deze waterkwaliteitsvariabelen hebben een lagere verklaarde variantie. De concentratie zware metalen blijkt een significant negatief effect te hebben op de prijzen van huizen die nabij stadswater, kleine wateren en rivieren staan. Hoe hoger de concentratiegraad van zware metalen, hoe lager gemiddeld en ceteris paribus de huizenprijs. In het geval van chlorofyl en fosfor wordt eveneens een significant negatief effect gevonden op de prijzen van huizen die dichtbij kleine wateren en rivieren liggen. Voor zuurstofverbruik wordt een significant positief effect gevonden voor alle watertypen behalve rivieren.

De resultaten van de regiospecifieke modellen zijn samengevat in Tabel 4.18. Doorzicht heeft vooral veel effect op de prijzen van huizen gelegen aan stadswater (behalve in de regio's Rijnmond en Flevoland) en blijkt vooral een belangrijke rol te spelen in de regio Maasplassen en Gelderse Poort. Doorzicht blijkt geen invloed te hebben op de prijzen van huizen die liggen aan meren en plassen en ook op geen van de watertypen in de regio Flevoland. Het effect van doorzicht van stadswater op de prijzen van de hieraan gelegen huizen is het grootst in de Maasplassen (1,2% waardeinstijging per 10 centimeter). Uitgaande van een gemiddelde huizenprijs van 225 duizend euro in 2005 resulteert dit in een meerprijs van bijna 3 duizend euro. Dit effect is aanzienlijk lager in de Vechtstreek (0,1% per 10 centimeter) en Gelderse Poort (0,3% per 10 centimeter).

Het grootste effect van doorzicht op huizenprijs wordt gevonden in de regio Gelderse Poort voor kleine wateren. Met iedere 10 centimeter meer doorzicht neemt de gemiddelde huizenprijs ceteris paribus toe met bijna 6 procent. Dit lijkt onwaarschijnlijk hoog vergeleken met de resultaten voor de andere watertypen en regio's. Het effect van doorzicht op beekjes en kleine riviertjes in de Maasplassen is vergelijkbaar met hetzelfde effect van doorzicht op beekjes en kleine riviertjes in de regio Gelderse Poort (0,7-0,9% prijsstijging per 10 centimeter extra doorzicht). In de regio Gelderse Poort wordt ook

een significant positief effect gevonden van doorzicht op de prijzen van huizen nabij grote rivieren, en in de regio Rijnmond heeft het doorzicht in kanalen ook een significant effect op de prijzen van nabijgelegen huizen.

In iedere regio wordt ook een significant effect gevonden van de andere waterkwaliteitsvariabelen op de variatie in huizenprijzen. In de Vechtstreek blijkt de concentratie fosfor bijvoorbeeld in stadswater een significant effect te hebben, in de regio Rijnmond en Maasplassen heeft fosfor in kleine wateren een negatief effect, in Flevoland heeft fosfor, maar ook zware metalen en chlorofyl-A in meren een significant effect, en in de Gelderse Poort wordt een significant effect van fosfor in grote rivieren gevonden. Ook voor zware metalen worden significante effecten gevonden in alle regio's behalve de Vechtstreek, maar net als voor fosfor voor verschillende watertypen. Hoewel de verklaarde variantie van de geschatte modellen in sommige gevallen niet erg veel afwijkt van die met alleen de variabele doorzicht is de 'goodness of fit' van deze modellen met andere waterkwaliteitsvariabelen lager.

Voor de geschatte modellen is gekeken in hoeverre het opnemen van de watergerelateerde buurtkarakteristieken (zowel afstand tot verschillende watertypen als waterkwaliteit van deze typen) van invloed is op de verklaarde variantie van de geschatte modellen. In het algemeen geldt dat het opnemen van de watergerelateerde variabelen naast de kenmerken van de huizen zelf en de buurt waarin het huis staat de verklaarde variantie maar in beperkte mate verbetert. In het generieke model neemt de verklaarde variantie bijvoorbeeld met 0,2 procent toe als gevolg van het opnemen van de afstandsvariabele voor water, en vervolgens nog eens met 0,3 procent als gevolg van het opnemen van de waterkwaliteitsvariabelen. Deze bevinding zou erop kunnen duiden dat de uitkomsten die in dit rapport worden gevonden en beschreven met enige voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd en gebruikt. De gevonden effecten voor de waterkarakteristieken zijn weliswaar statistisch significant, maar de bijdrage ervan aan de algemene goodness of fit van de geschatte modellen is beperkt.

Hoewel benadrukt dient te worden dat er significante verschillen bestaan tussen de vijf regio's, is tenslotte op basis van de geschatte relaties in het generieke model tussen huizenprijzen en de aanwezigheid en kwaliteit van water een inschatting gemaakt van de mogelijke economische consequenties van implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water op de baten van wonen aan water in heel Nederland. Eerst is onder verschillende aannames op basis van de geschatte afstandsrelaties in het generieke model uitgerekend dat de totale economische waarde van wonen aan water in 2005 ongeveer gelijk is aan 18,8 miljard euro. Deze waarde is onafhankelijk van de kwaliteit van het water berekend. Vervolgens is onder de veronderstelling dat de implementatie van de KRW bijvoorbeeld leidt tot een verbetering van het doorzicht van alle watertypen tot minimaal 50 centimeter een totale economische waarde berekend voor alle huizen die hier naar verwachting door beïnvloed worden. De totale economische waarde behorend bij deze verbetering van het doorzicht wordt geraamd op ongeveer 335 miljoen euro in prijzen van 2005 (bandbreedte 250-425 miljoen euro). Indien wordt aangenomen dat het doorzicht van verschillende watertypen nog verder verbetert als gevolg van de implementatie van de

KRW, bijvoorbeeld tot minimaal 1 meter, neemt de totale economische waarde toe tot een éénmalige 5 miljard euro (bandbreedte 3,9-6,5 miljard euro)¹¹.

¹¹ Onder de aanvullende ‘heldhaftige’ veronderstelling dat de verbetering van het doorzicht zich meteen in één keer en éénmalig vertaald in een hogere huizenprijs en dat deze stijging van huizenprijzen geen effect heeft op vraag en aanbod op de huizenmarkt (en dus op marktprijzen). De hier uitgevoerde analyse betreft nadrukkelijk een partiële welvaartsanalyse. Een andere wellicht discutabele aanname is dat het een éénmalige kapitaaloverdracht betreft van het publieke waterdomein naar de private huiseigenaar (huurwoningen en de eventuele toename van het woongenot van huurders worden hier buiten beschouwing gelaten). Een belangrijke vraag is in hoeverre het welvaartsverhogende effect doorloopt en eventueel wegebt in de tijd (en dus een contante waarde berekend zou moeten worden van de berekende welvaartstoename).

Literatuur

- Bastian, C.T., D.M. McLeod, M.J. Germoni, W.A. Reiners & B.J. Blasko (2002), Environmental amenities and agricultural land values: a hedonic model using geographic information systems data, *Ecological Economics*, vol.40, pp: 337-49.
- Brouwer, R., S. Hess & V. Linderhof (2007), De baten van wonen aan water: Een internet keuze experiment. IVM rapport E07-03. Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam.
- Buskens R., M. van Mullekom (2004) Handboek Streefbeelden voor stadswateren in Limburg. Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Roer en Overmaas.
- Champ, P., K.J. Boyle & T.C. Brown, (eds.) (2003), A primer on nonmarket valuation, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Daniel, V., R.J.G.M. Florax & P. Rietveld (2006), Economic valuation of flood risk: a spatial hedonic property value model of the 1993 Meuse River flooding in the Netherlands, Proceedings of the seminar Infrastructure Reliability, TU Delft, the Netherlands, June 22, 2006, 21pp. (j1).
- Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonchot, B.Roels & J.G. Harholt (2003), Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW); I. Typologie Nederlandse Oppervlaktewateren. Alterra –rapport 669. Wageningen.
- Geoghegan, J., L.A. Wainger & N.E. Bockstael (1997), Spatial landscape indices in a hedonic framework: an ecological economics analysis using GIS, *Ecological Economics*, vol.23, pp: 251-64.
- Huijbregts M.A.J., U. Thissen, J.B. Guinee, D. van de Meent, & A.M.J. Ragas, (2000). Priority assessment of toxic substances in life cycle assessment. Part I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multi-media fate, exposure and effects model USES-LCA. *Chemosphere* 4/4: 541-573.
- Koomen, E., J.E.C. Dekkers, M. Koetse, P. Rietveld & H.J. Scholten (2005), Valuation of metropolitan open space; presenting the research framework, in: Proceedings of the 45th congress of the European Regional Science Association, 45th congress of the European Regional Science Association, Amsterdam, 23-27 August.
- Koomen, E. & J.E.C. Dekkers (2006), Restrictief ruimtelijk beleid effectief in beschermen open ruimte; GIS-analyses van veranderend ruimtegebruik in Nederland, in: Abstractbundel RPB Ruimteconferentie 2006, RPB Ruimteconferentie '06, Rotterdam, 31 October.
- Kruk, R. van der (2005), Hedonic Valuation of Dutch Wetlands, proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam.
- Lancaster, K. (1966), A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74, pp: 132-57.

- Lijesen, M., W. van der Straaten, J.E.C. Dekkers & R. van Elk (2006), Geluidsnormen voor Schiphol, een welvaartseconomische benadering, CPB rapport, no. 116, Den Haag.
- Luttik, J. & M. Zijlstra (1997), Woongenot heeft een prijs. Het waardeverhogend effect van een groene en waterrijke omgeving op de huizenprijs, Report no. 562, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Navrud, S. (2002), The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise, Final Report to European Commission DG Environment, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway.
- Nelson, J.P. (2004), Meta-analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values, Problems and Prospects, Journal of Transport Economics and Policy, vol. 38, no. 1, pp: 1-28.
- Rosen, S. (1974), Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition, Journal of Political Economy, vol. 82, no. 1, pp: 34-55.
- Smits, M. & R. Buskens (2005), Handboek Streefbeelden voor stadswateren in Limburg. H2O, Jg:2005, Vol:38, Nr:6, pp:12 –13.
- STOWA (2005), Overzicht natuurlijke watertypen. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer - STOWA, Utrecht
http://212.153.67.214/uploads/themadownloads2/mID_4910_cID_3900_97529197_gids%20totaal.pdf.
- Teunis, B. (2005), KRW uitwisselingsformats oppervlaktewaterlichamen en deelstroomgebieden. Technisch rapport RIZA, versie 1.2.
http://www.idsw.nl/aspx/download.aspx?File=/publish/pages/2363/krw_uitwformats_owm_gaf_v1.2.pdf.
- Witteveen+Bos (2006), Baten waterkwaliteit voor de MKBA KRW. In opdracht van Rijkswaterstaat RIZA.
- Van der Woerd, K.F., E.C.M. Ruijgrok & R.B. Dellink (2000), Kosteneffectiviteit van Verspreiding naar water. Amsterdam, Institute for Environmental Studies report nr: E-00/01.

Bijlage 1: Beschrijving GIS operaties en GIS bestanden

1.1 Waterlichamen en watertypen

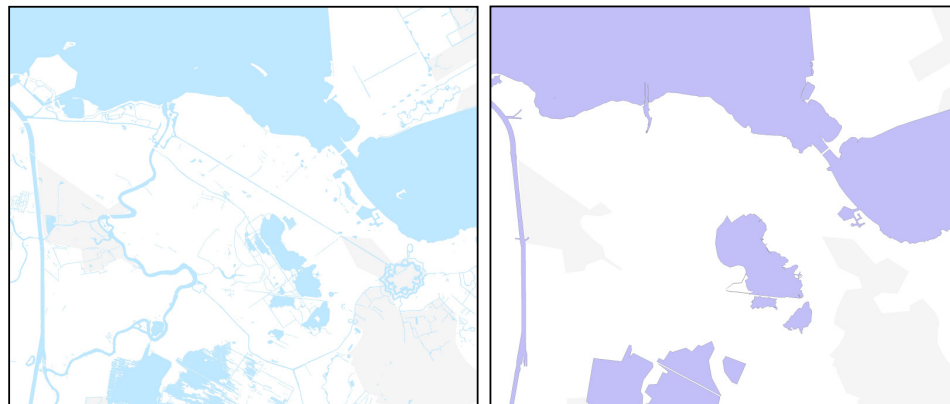
NB: Zie voor een overzicht van de gehanteerde watertypenindeling, figuur 3.3 van de hoofdtekst.

Het combinatiebestand waterlichamen is opgebouwd uit de volgende bronbestanden:

- Topografische kaart Nederland 1:10.000, 2003 (TOP10 vector) – selectie van de laag vlakken 600. In deze laag bevinden zich alle vlakvormige waterlichamen met exacte vormen, maar zonder watertypenindeling. Alle lijnvormige waterlichamen zoals smalle sloten ontbreken in dit bestand. Zie het voorbeeld in figuur 1.1.1a.

Bron: Top10 vector (licentie SPINlab): Topografische Dienst Kadaster

- OWDV_rnms – vanaf hier genoemd OWM vlak (globale vormen belangrijke vlakvormige waterlichamen, met KRW watertypen-indeling, zie bijlage 1.5). In figuur 1.1.1b is voor hetzelfde gebied als figuur 1.1.1a een kaartvoorbeeld van dit bestand gegeven.



Figuur 1.1.1a (links). Waterlichamen in het TOP10-vectorbestand in blauw, stedelijke gebieden in grijs (omgeving tussen IJsselmeer – Naarden/Bussum en Weesp)

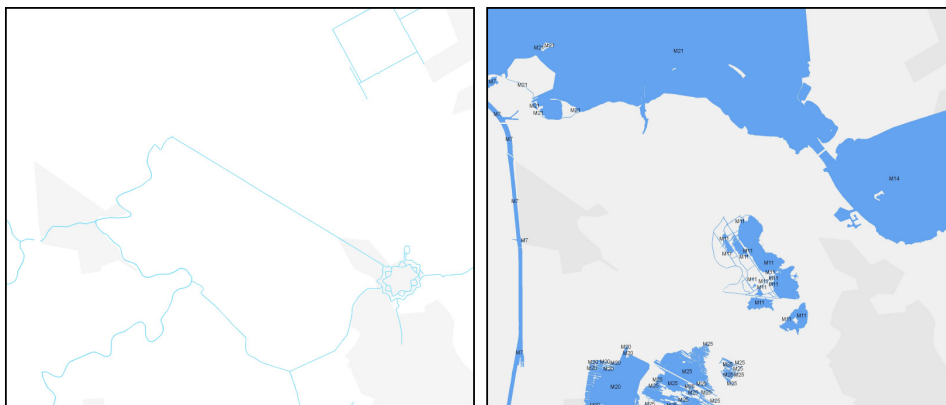
Figuur 1.1.1b (rechts). Waterlichamen in het OWM vlak bestand (zelfde omgeving en context als figuur a)

- OWDL_rnms – vanaf hier genoemd OWM lijn (belangrijke lijnvormige waterlichamen, met KRW watertypen-indeling). Zie het voorbeeld in figuur 1.1.2a.

Bron: RIZA-RWS (zie bijlage 1.7)

De GIS-bewerkingen die zijn uitgevoerd om een databestand te verkrijgen waarin de vormen van de TOP10 (vlaknummers 600) zijn gecombineerd met de KRW oppervlaktewatertypenindeling zijn weergegeven in bijlage 1.6. Zie figuur 1.1.2b voor een kaartvoorbeeld van dit gecombineerde bestand. Aangezien de OWM bestanden niet alle bestaande waterlichamen bevatten zijn de overige waterlichamen in een apart bestand opgeslagen zonder watertypenindeling. Verder zijn een aantal in de TOP10

vlakkenkaart ontbrekende waterlichamen die wel in het bestand OWM_lijnen zitten (bijv. verschillende beken in Limburg) toegevoegd (zie bijlage 1.6 voor de GIS-operaties).



Figuur 1.1.2a (links): Waterlichamen in het OWM lijn bestand (zelfde omgeving en context als figuur 1.1.1a)

Figuur 1.1.2b (rechts): Kaartvoorbeeld combinatie TOP10 (vlaknummers 600) met KRW watertypen uit het OWM vlak bestand voor het gebied in de omgeving tussen IJsselmeer – Naarden/Bussum en Weesp

Het totale gecombineerde bestand waterlichamen bestaat uit 3 niet overlappende (d.w.z. zonder geografische intersectie) deelbestanden:

- OWM_vlak_TOP10studyarea_m2.shp (alle TOP10 waterlichamen vallend binnen OWM vlakken)
- OWM_line_TOP10studyarea_m2.shp (alle TOP10 waterlichamen vallend binnen OWM lijnen)
- Top10_waterlichamen_zonder_OWMvlakline_m2.shp (alle overige waterlichamen uit TOP10, zie kaartvoorbeeld figuur 1.1.3)



Figuur 1.1.3: Overige waterlichamen uit TOP10 vector

Een vierde bestand, 'owm_nl_vlak_studiegebieden' (het originele OWM vlakkenbestand, zie figuur 1.1.1b) wordt alleen voor visualisatiedoeleinden (achtergrondlaag) gebruikt om de oppervlaktewaterlichamen inclusief stroombed weer te geven (dus bijv. incl. uiterwaarden).

Tenslotte hebben we ook nog de beschikking over alle sloten uit de TOP10 vector die zijn opgenomen in de lijnenlaag nummer 601. Voorlopig is besloten deze niet in de analyse te gebruiken.

Stadswater en landelijk water. Onder stadswateren worden verstaan 'alle primaire en secundaire wateren binnen de bebouwde omgeving, met uitzondering van tuinvijvers en wateren in glastuinbouwgebieden (Buskens en Mullekom, 2004). In de Vierde Nota Waterhuishouding wordt water in de stad genoemd als een vergeten onderdeel van de regionale watersystemen (Smits en Buskens, 2005). Echter, juist voor de kwaliteit van de stedelijke woonomgeving is dit water van groot belang. We zijn er van uit gegaan dat met name in de stad wonen aan en/of uitzicht over water als aantrekkelijke woonfactor geldt, omdat wonen aan het water in de beperkte ruimte van de stad garantie geeft op een weidser uitzicht dan op niet aan water gelegen locaties. We hebben daarbij geen onderscheid gemaakt in verschillende typen stadswater omdat we verwachten dat het onderscheid in aantrekkingskracht tussen gracht, sloot of plas relatief klein zal zijn als voor andere factoren wordt gecompenseerd (bijv. dat grachten meestal in het centrum liggen). Om de mogelijkheid van selectie per watertype toch open te houden zijn we uitgegaan van de drie basisbestanden voor de selectie van de stadswateren.

De dataset Stadswater (**2a_stadswater.shp**) is een geografische selectie van alle waterlichamen die vallen binnen de contouren van stedelijke gebieden (zie kaartvoorbeeld in figuur 1.1.4), via een 'clip' procedure (uitknip-procedure) met het bestand Nlbk_r01.shp (voor dit project hernoemt tot Stedencontouren_studie-gebied .shp) uit de dataset Nederland per 4-positie postcode, 2003.



Figuur 1.1.4 Stadswater in omgeving Naarden-Bussum / Weesp

Sloten uit de TOP10 vector (lijnlaag 601) zijn niet in dit bestand opgenomen. Wel is er reeds een selectie gemaakt van alle sloten binnen de stedelijke gebieden, in het geval toch besloten wordt dit bestand te gebruiken: TOP10lijn601sloot_steden.shp. Dit bestand is ook gebufferd met een bufferbreedte van 1 meter: TOP10lijn601sloot_steden_Buf.shp.

De dataset Landelijk water (2b) bestaat uit drie deelbestanden verkregen door een 'erase' procedure uit de waterlichamen datasets met hetzelfde databestand Stedencontouren_studiegebied .shp

Het betreft de volgende deelbestanden:

2b_landelijkwaterOWM_lijn_TOP10.shp

2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10.shp

2b_landelijkwaterTOP10_rest.shp

Deze bestanden zijn vervolgens weer opgesplitst in zes bestanden met waterlichamen tussen 0 en 50000 m2 en waterlichamen > 50000 m2.

2b_landelijkwaterOWM_lijn_TOP10_GT50000.shp

2b_landelijkwaterOWM_lijn_TOP10_0-50000.shp

2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10_GT50000.shp

2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10_0-50000.shp

2b_landelijkwaterTOP10_restGT50000.shp

2b_landelijkwaterTOP10_rest0-50000.shp

Kleine landelijke wateren < 50.000 m2. Dit betreft alle wateren kleiner dan 50.000 m2 (bijv. een plas van 225 x 225 meter of een 10 meter brede sloot van 5 km lengte. Bestandsindeling op basis van oppervlakte waterlichamen respectievelijk kleiner of groter gelijk aan 50.000 m2. Dit bestand, genaamd **3a_kleinewateren_0_50000.shp** is een merge van de drie in punt 2 genoemde bestanden met waterlichamen tussen 0 en 50.000 m2.

3b. Grotere wateren > 50.000 m2: dit betreft drie aparte bestanden die in punt 4 gecombineerd worden tot 4a t/m 4c

3c. Lijnvormige wateren > 50.000 m2: dit betreft drie aparte bestanden die in punt 4 gecombineerd worden tot zie 4d t/m 4e

Grotere wateren, rivieren, beken en vaarten

4a. Meren en plassen - **4a_meren_plassen.shp**

(2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10_GT50000.shp: KRW typen M11-M29 + Vinkeveense zuidplas + Reeuwijkse plassen + polder steijn en weidegebied + Botshol)

4b. Grote rivieren - **4b_grote_rivieren.shp**

(2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10_GT50000.shp): KRW typen R7, R8 en R16

4c. Kustwateren – **4c_kustwateren** (2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10_GT50000.shp): KRW typen K3, O2, M30, M31, M32

4d. Riviertjes en beken - **4d_riviertjes_beken.shp**

(2b_landelijkwaterOWM_lijn_TOP10_GT50000.shp): KRW typen R3-R7, R11-R15, R18)

4e. Kanalen en vaarten - **4e_kanalen_vaarten.shp**

(2b_landelijkwaterOWM_lijn_TOP10_GT50000.shp): KRW typen M3, M4, M5, M6, M7, M10) + (2b_landelijkwaterOWM_vlak_TOP10_GT50000.shp): KRW typen M3-M10

4f. Overige sloten - **4f_sloten_plassen_overig.shp**

(2b_landelijkwaterTOP10_restGT50000.shp > 50.000 m2 en

2b_landelijkwaterOWM_lijn_TOP10_GT50000.shp: KRW typen M1, M2, M8, M9, M30, M31).

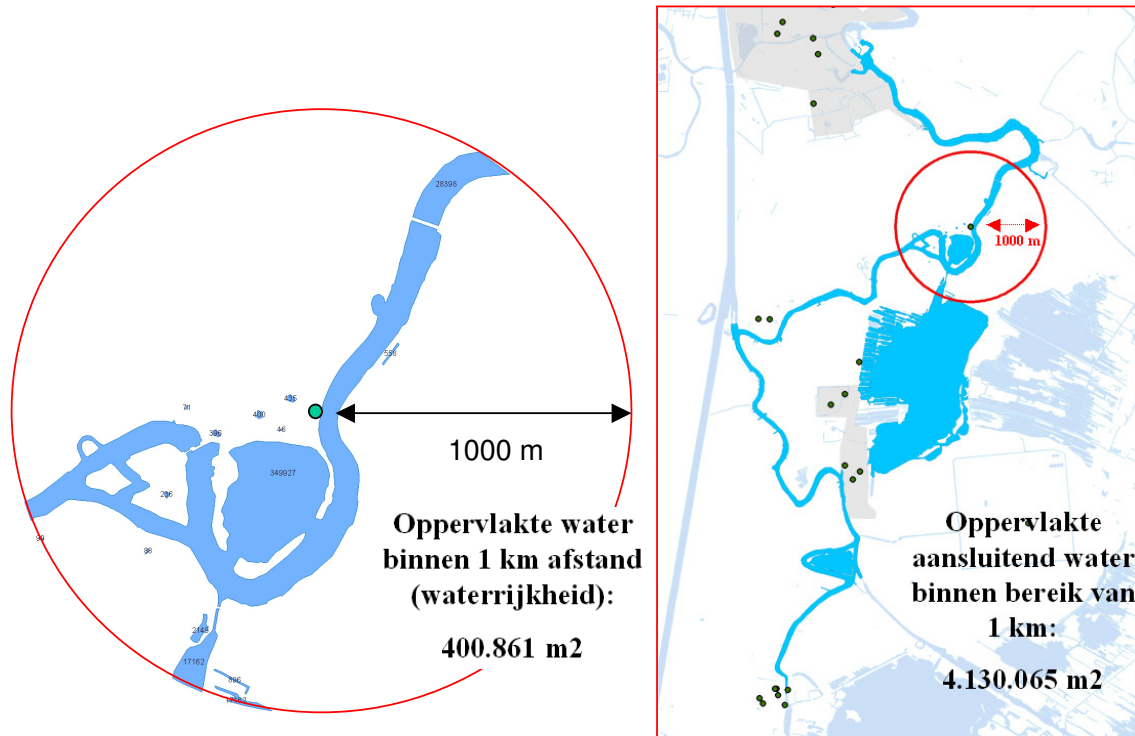
1.2 Afstanden tot watertypen

NB: Alle GIS-bewerkingen met rasterbestanden zijn steeds uitgevoerd met een gridcel-grootte van 10 meter en een maximale rekenafstand per gridcel van 5000 meter.

(A1)/(A2) De waterbereik en waterrijkheidindex

Met waterrijkheid of waterdichtheid wordt de totale oppervlakte water bedoeld in een arbitrair gekozen zone van 1000 meter rondom een transactielocatie, zie figuur 1.2.1a. Om deze te berekenen moeten dus de oppervlaktes van alle waterlichamen binnen deze zone bij elkaar op geteld worden. Met waterbereik wordt de totale oppervlakte water bedoeld die vanuit een waterlichaam over het water in een zone van 1000 meter rondom de transactielocatie bereikt kan worden. Zoals te zien is in figuur 1.2.1b betreft dit dus een veel grotere oppervlakte water (het aaneengesloten donkerblauw gekleurde water). Het idee achter deze laatste variabele is dat niet alleen de hoeveelheid water in de directe omgeving rondom een transactielocatie relevant is, maar ook het water op grotere afstand dat via het water bereikt kan worden. Deze redenering volgend is een huis dat aan een smal kanaal ligt, dat uitkomt op bijvoorbeeld het IJsselmeer interessanter dan een huis aan een kanaal dat niet naar grote of uitgestrekte wateren leidt.

De eenvoudigste manier om de ruimtelijke variabelen waterrijkheid en waterbereik te berekenen is aan de hand van een reeks vector operaties. Deze worden hier besproken om het principe van de methode uit te leggen. Omdat deze methode echter in combinatie met de grootte van onze dataset tot onacceptabel lange reketijden bleek te leiden (meerdere dagen of langer), is voor het construeren van de kaart met de waterrijkheid een alternatieve methode gevolgd die een gecombineerd gebruik maakt van het GIS vectormodel en het GIS rastermodel. Echter, indien deze variabelen voor kleinere datasets moet worden berekend, wordt aangeraden toch van de eerstgenoemde vectormethode gebruik te maken, daar deze veel makkelijker en sneller toe te passen is en tevens nauwkeuriger resultaten oplevert. Overigens kon de GIS kaart voor de variabele ‘waterbereik’ ook met een alternatieve methode niet binnen de beschikbare tijd geproduceerd worden.



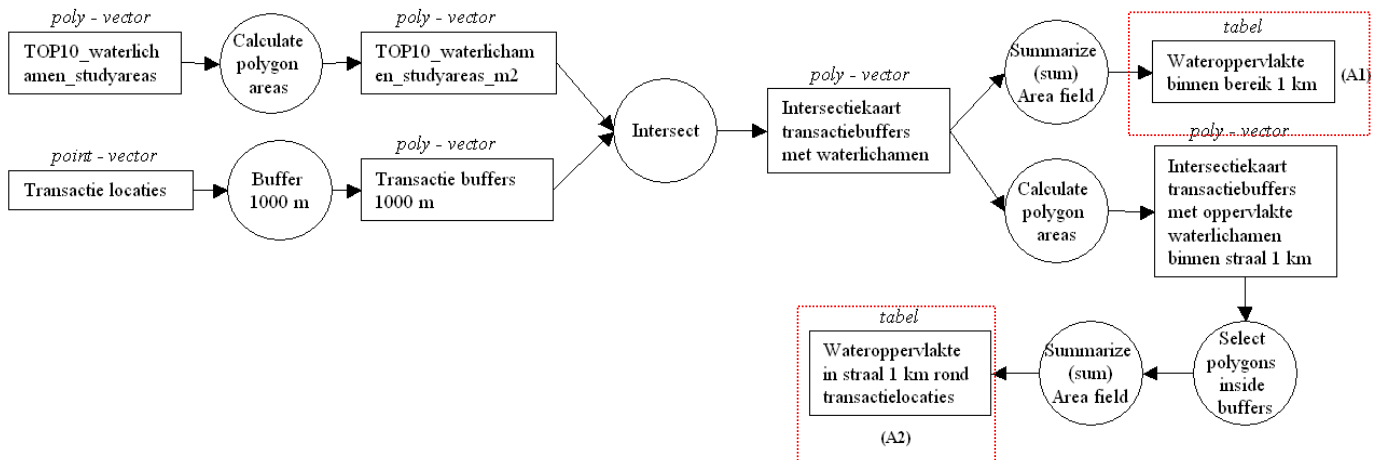
Figuur 1.2.1a en 1.2.1b waterrijkheid (a) versus waterbereik (b) rondom dezelfde transactielocatie

Vectormethode (voor kleine datasets)

A1. De waterbereikindex wordt gemaakt door eerst een buffer van een kilometer te leggen rondom alle huistransactielocaties. Vervolgens wordt een ruimtelijke intersectie uitgevoerd tussen de waterlichamenkaart en de kaart met bufferzones rondom transactielocaties. Het resultaat van deze bewerking is een intersectiekaart tussen buffers rondom transactielocaties en waterlichamen waarvan de rand bereikt kan worden binnen een straal van 1 kilometer. Omdat in de oorspronkelijke waterlichamenkaart reeds een kolom was aangemaakt met de totale oppervlakte per waterlichaam is deze attribuut waarde in het intersectie proces overgenomen in de attribuuttabellen van de nieuw gevormde polygonen. Als deze waarden per transactielocatie bij elkaar opgeteld worden verkrijgen we de oppervlakte water die binnen 1 kilometer vanaf de transactie locatie bereikt kan worden (tak A1 in figuur 1.2.2). Dit noemen we het oppervlaktewater binnen bereik.

A2. Waterrijkheid. Aangezien de intersectiefunctie nieuwe polygonen aanmaakt daar waar polygonen van de twee oorspronkelijke polygoonlagen elkaar overlappen (intersect) hebben deze nieuwe polygonen ook een nieuwe oppervlakte die opnieuw berekend kan worden. Dit gebeurt in tak A2 van onderstaand stroomschema (figuur 1.2.2), waar-

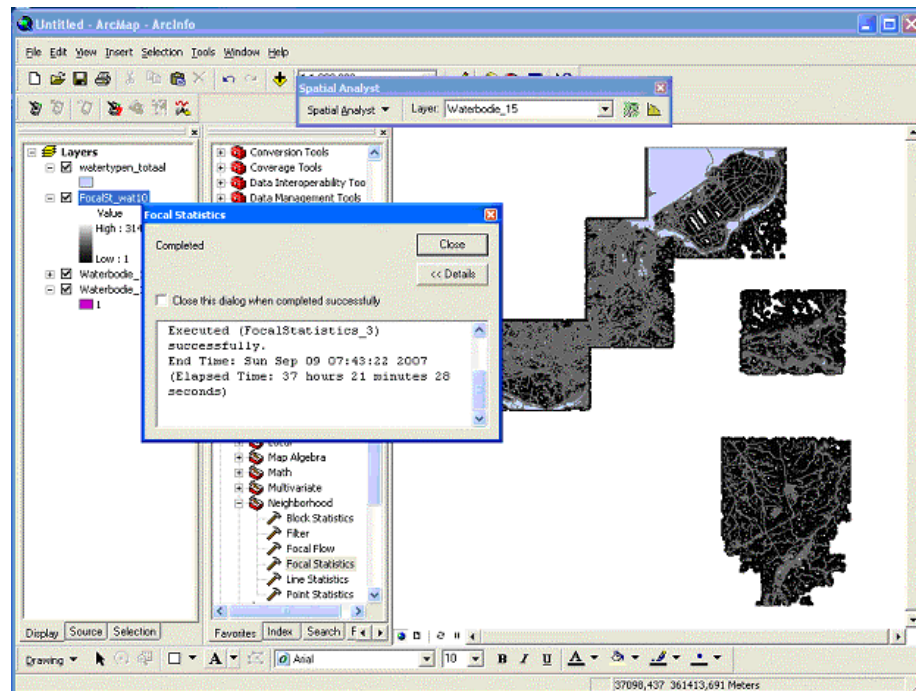
mee dus de oppervlakte water binnen een straal van 1 kilometer rond de transactielocaties berekend wordt.



Figuur 1.2.2 Stroomschema constructie variabelen waterbereik en waterrijkheid

Gecombineerde raster/vector methode (voor grote datasets)

Bij deze methode wordt geen vector-intersectie gebruikt maar een raster 'neighbourhood' analyse om de hoeveelheid water in een zone van 1000 meter rondom transactielocaties uit te rekenen. De rekensnelheid is in dit geval direct afhankelijk van de grootte van de gekozen rastercellen in combinatie met de grootte van het studiegebied. Na enkele tests bleek een celgrootte van 10 meter nog net acceptabele rektijden (38 uur) op te leveren terwijl het verlies aan nauwkeurigheid door het omzetten van vector naar raster binnen de perken blijft (zie figuur 1.2.3).



Figuur 1.2.3: voorbeeld rektijd 'focal statistics' met 10 meter celgrootte

De berekeningen in onderstaande tabel laten zien dat in een testgebied bij een gebruik van rastercellen van 10 meter een afwijking ontstaat met de oppervlakte gemeten in een vectorberekening van ca. 2%, terwijl met rastercellen van 20 meter deze afwijking oploopt tot ca. 7.5%.

Oppervlakteberekening sample area (m2)

Oppervlak

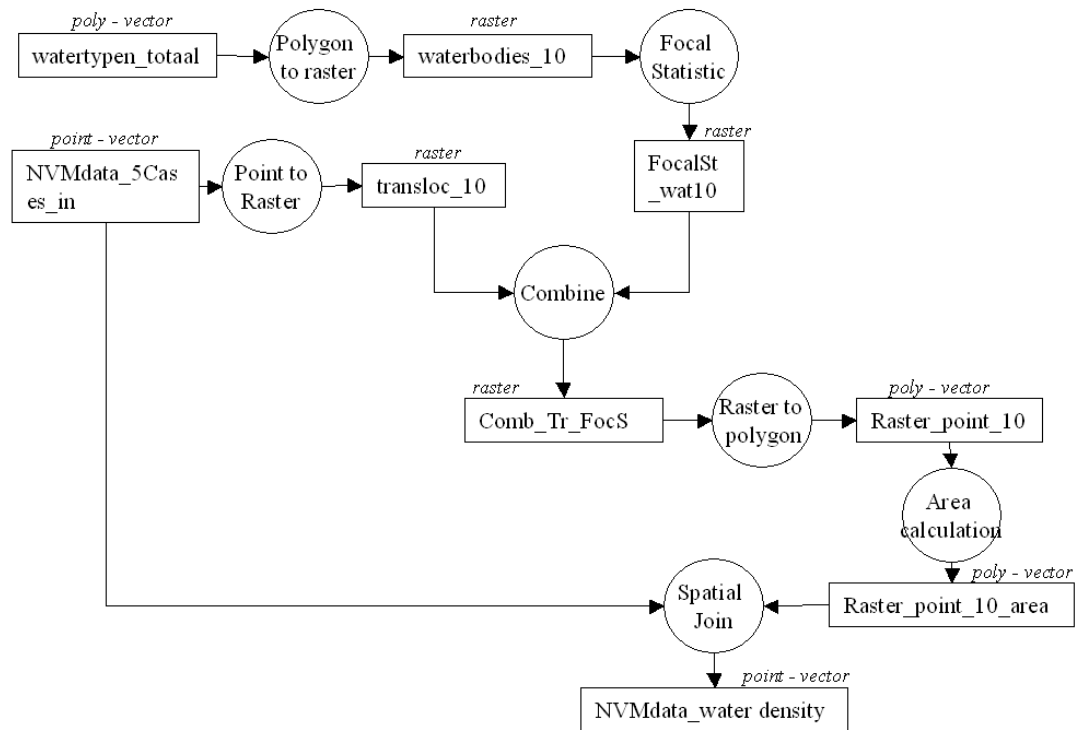
45766	Som vector data	Verschil met vectordata in m2
44900	Som raster data 10m	-866
42400	Som raster data 20m	-3366

De uitvoering van deze methode verloopt als volgt (zie ook het stroomschema in figuur 1.2.4). Allereerst wordt het totale waterlichamenbestand *watertypen_totaal.shp* voor het studiegebied omgezet naar rasterformaat: *waterbodies_10.shp*

Dit bestand wordt gebruikt om een ‘focal statistic’ uit te reken, dwz dat voor elke raster cel de waarden van de rastercellen in een straal van 1000 meter (100 cellen) rondom die cel worden gesommeerd. Aangezien aan elke watergridcel in een nieuw gecreëerde attributkolom de waarde 1 is meegegeven, wordt hiermee het aantal rastercellen van het type water rondom de cel als waarde aan de cel toegekend. Door dit aantal later met de oppervlakte per rastercel ($10 \times 10 = 100$ m2) te vermenigvuldigen verkrijgen we de totale oppervlakte water rondom de cel die weer door het aantal cellen wordt gedeeld om de waterdichtheid te verkrijgen. Het aldus verkregen bestand is *FocalSt_wat10.shp* genoemd.

Omdat we alleen geïnteresseerd zijn in de waterdichtheid rondom transactielocaties, moeten de rastercellen ter plaatse van transactielocaties uit de verkregen dataset gefilterd worden. Dit doen we door het puntenbestand met transactielocaties om te zetten naar een rasterbestand met gelijke celgrootte als het waterlichamen grid van 10 meter: *transloc_10.shp*. In dit bestand hebben cellen met transactielocaties de waarde 1 en overige cellen de waarde NODATA. Dit bestand wordt vervolgens gecombineerd (functie ‘combine’) met het eerder gemaakte bestand *FocalSt_wat10.shp* met voor elke gridcel het gesommeerde aantal gridcellen van het type water.

In het gecombineerde bestand *Comb_Tr_FocS.shp* zijn nu alleen rastercellen aanwezig ter plaatse van transactielocaties. Dit bestand wordt vervolgens weer geconverteerd naar een puntenbestand *Raster_point_10.shp* om het te kunnen combineren in een spatial join met het totale transactiebestand *NVMdata_5Cases_in.shp*. Voordat deze operatie plaatsvindt wordt echter eerst nog een kolom AREA toegevoegd waarin het gesommeerde aantal gridcellen met water wordt vermenigvuldigd met de oppervlakte (100 m2) per cel: $GRIDCODE \times 100$.



Figuur 1.2.4: Stroomschema GIS operaties voor berekening variabele waterrijkheid

Grenzend aan stadswater

In deze GIS operatie wordt bepaald welke transactielocaties direct aan of vlakbij stedelijk water liggen (zie toelichting indeling watertypen voor definitie stedelijk water en uitgevoerde GIS operaties). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

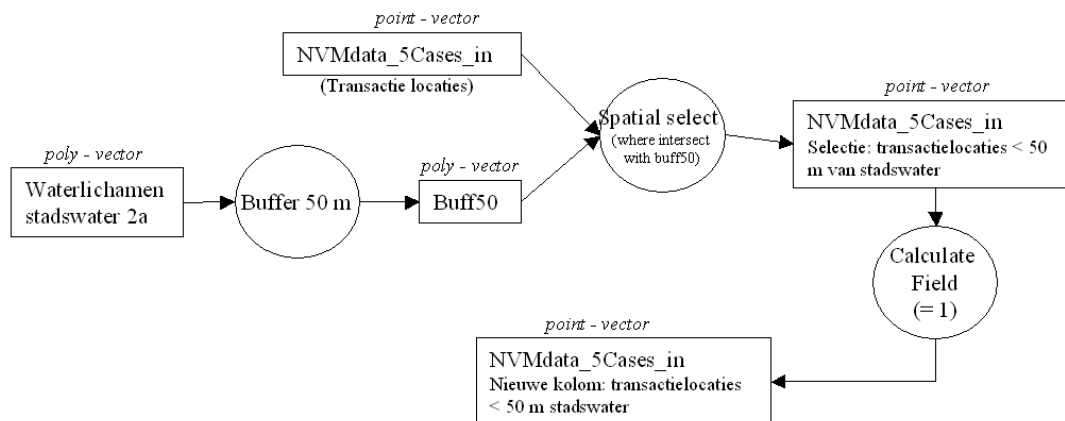
- huizen die binnen 100 meter afstand van stedelijk water liggen
- huizen die binnen 50 meter afstand van stedelijk water liggen
- huizen die binnen 25 meter afstand van stedelijk water liggen

De eerste groep huizen (tot 100 meter) omvat hiermee ook de huizen die dichterbij het water liggen (tot 25 en 50 meter), de tweede groep huizen (tot 50 meter) omvat ook de huizen die tot 25 meter afstand van het water liggen, de derde groep huizen (tot 25 meter) betreft een unieke groep huizen. Indien gewenst kunnen voor de regressie-analyse ook bijvoorbeeld de huizen op een afstand tussen 50 en 100 meter apart geselecteerd worden door de groep huizen die binnen 50 meter afstand van stedelijk water liggen af te trekken van de groep huizen die binnen 100 meter afstand van stedelijk water liggen. Deze selectie kan in de regressietabel gebeuren, hiervoor is dus geen GIS gebruik noodzakelijk.

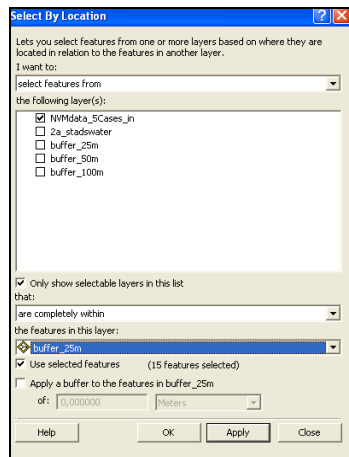
Voor de selectie van deze drie huizengroepen zijn buffers rondom de waterlichamen van het type stadswater (2a) gelegd van drie verschillende groottes (respectievelijk 25, 50 en 100 meter). De aldus geproduceerde bestanden zijn genaamd: *Buff25.shp*, *Buff50.shp* en *Buff100.shp*. Zie figuur 1.2.5 voor een overzicht van de in ArcGIS uitgevoerde operaties voor de 50 meter zone. Vervolgens worden per afstandsgroep met behulp van een ruimtelijke selectie alle transactielocaties geselecteerd in *NVMdata_5Cases_in.shp* die intersectie hebben (raken of overlappen) met stedelijke wateren van het type 2a (zie figuur 1.2.6. voor een voorbeeld van de selectie van transactielocaties gelegen in de 25 m bufferzone.

Het bestand *NVMdata_5Cases_in.shp* is voorafgaand aan deze actie uitgebreid met drie nieuwe kolommen 2a_BUFF_25, 2a_BUFF_50 en 2a_BUFF_100.

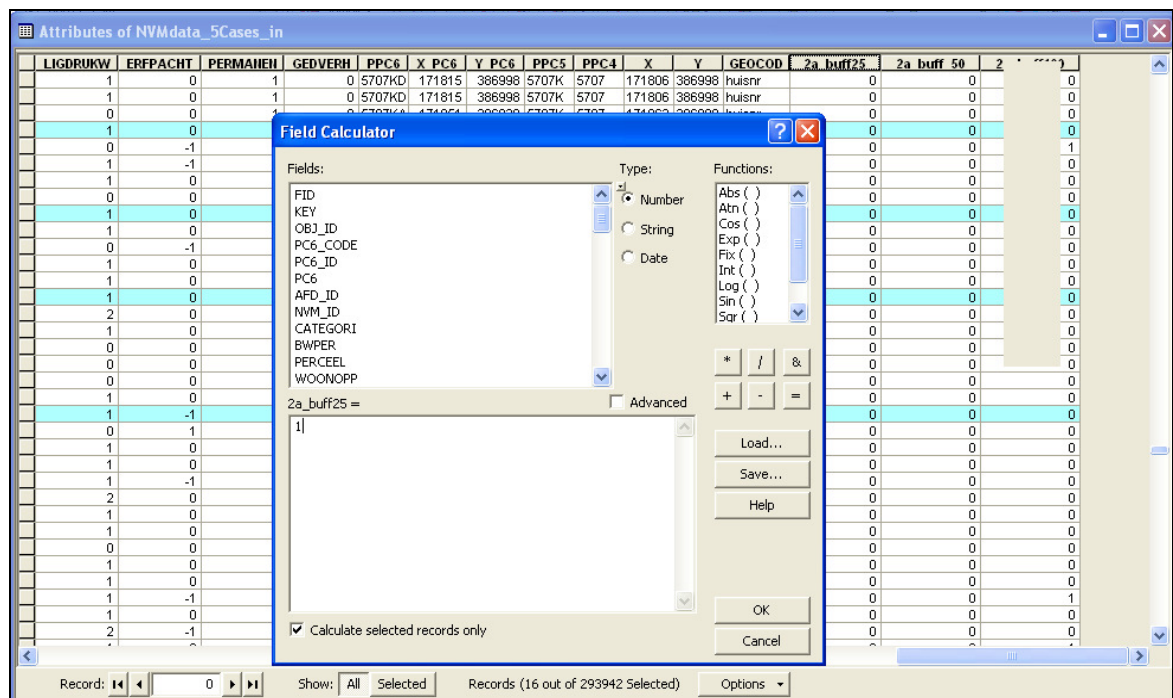
Bij de eerste selectie van transactielocaties die vallen binnen de buffers van 25 meter, krijgen alle geselecteerde locaties vervolgens de waarde 1 in de kolom 2a_BUFF_25. Op dezelfde wijze worden ook de kolommen 2a_BUFF_50 en 2a_BUFF_100 gevuld waarbij steeds nieuwe selecties uit de totale groep van transactielocaties worden gemaakt (zie voorbeeld in figuur 1.2.7). In de tabel met transactielocaties betekent de attribuutwaarde 1 dus 'wel gelegen aan stadswater' binnen de boven aan de kolom gegeven afstand en de attribuutwaarde 0 betekent dus 'niet gelegen aan stadswater'. In onderstaand stroomschema zijn de verschillende operaties aangegeven voor de buffer van 50 meter.



Figuur 1.2.5: Stroomschema GIS operaties voor berekening variabele ligging aan stadswater



Figuur 1.2.6: Ruimtelijke selectie in ArcGIS van transactielocaties gelegen in de 25 m bufferzone van stadswateren (type 2a)



Figuur 1.2.7: Toewijzing in ArcGIS van de waarde 1 in de kolom 2a_buff25 aan geselecteerde transactielocaties

Afstand tot verschillende typen wateren

Berekening van de Euclidian distance voor de volgende bestanden:

- 3a, 4a, 4b, 4c, 4d, 4 e, 4f,
- zwemwater06_studiegebied.shp
- recreatievaarten_ studiegebied.shp
- Overstorten_ studiegebied.shp
- RWZI_2001_ studiegebied.shp

Alle afstandsberekeningen zijn uitgevoerd met de 'Euclidian Distance' functie in de Spatial Analyst Tools. De gebruikte parameters zijn 5000 m als maximale afstand en 10 m als gridcel resolutie. Eerst is geprobeerd te rekenen met een gridcelresolutie van 5 meter, maar dit leverde te grootte rekentijden en te grootte bestanden op.

De volgende beschrijving is van toepassing op kleine wateren (3a) maar is qua procedure ook geldig voor de afstandsbepaling tot de andere typen wateren en puntlocaties zwemwater, overstorten, RWZI en lijnelementen van recreatievaarten. Zie figuur 1.2.8 voor het bijbehorende stroomschema.

In deze operatie wordt de afstand van transactielocaties tot kleine landelijke wateren kleiner dan 50.000 m² berekend (zie toelichting indeling watertypen voor definitie kleine landelijke wateren en uitgevoerde GIS operaties). Om deze afstanden te bepalen wordt de Euclidische afstand rondom alle polygonen van de dataset kleine landelijke wateren berekend met een maximum afstand van 5000 meter. Het resultaat van deze operatie is een rasterkaart met gridcellen van 10 meter genaamd *3a_ed5000_10.shp* waarin per gridcel de afstand tot het dichtstbijzijnde kleine landelijke water is aangegeven. Deze afstand kan gekoppeld worden aan de transactielocaties door het transactiepuntenbestand om te zetten naar een rasterbestand waarin alleen gridcellen zitten met transactielocaties (met een gridcelwaarde van 1) en waarin overige gridcellen de waarde NODATA hebben. Dit betreft het bestand *Transloc_10.shp*

Door dit rasterbestand te vermenigvuldigen (of met een 'combine' operatie) met de rasterkaart Euclidische afstandskaart tot klein water verkrijgen we een rasterkaart met rastercellen waarin per transactielocatie de afstand tot klein landelijk water staat aangegeven. Dit bestand is genaamd *comb_3a_TrLoc.shp*. Dit rasterbestand wordt vervolgens geconverteerd naar een polygonen vectorbestand genaamd *3a_tl_distances.shp*. Belangrijk hierbij is dat de 'Simplify Polygon' optie UIT-gevinkt staat.

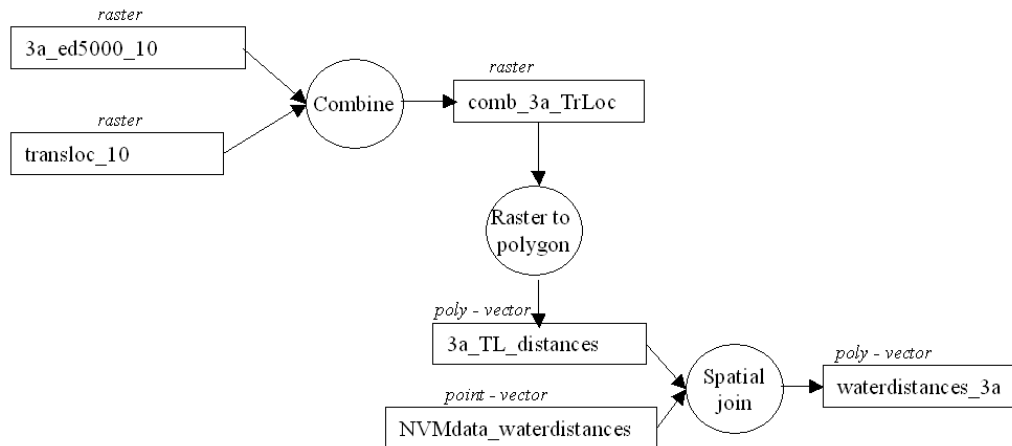
De afstandswaarden in *3a_tl_distances.shp* kunnen nu gekoppeld worden aan het transactiebestand *NVMdata_waterdistances.shp* door middel van een spatial join operatie met de volgende parameters:

Target: NVMdata_watervariables

Relation: ONE-TO-ONE

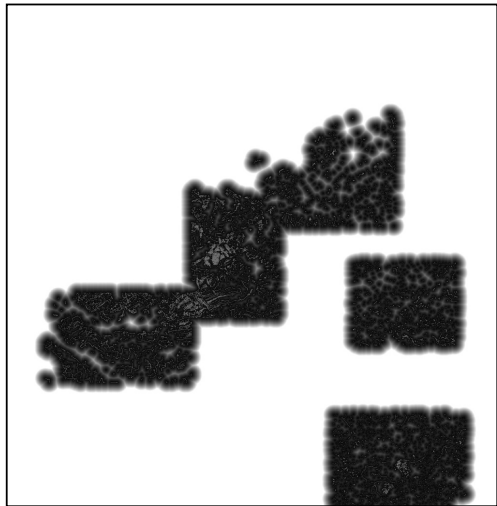
Check: Keep features

Om tijd te besparen zijn de drie achtereenvolgende berekeningen voor de verschillende watertypen uitgevoerd in een batch (combine, raster to polygon, spatial join).

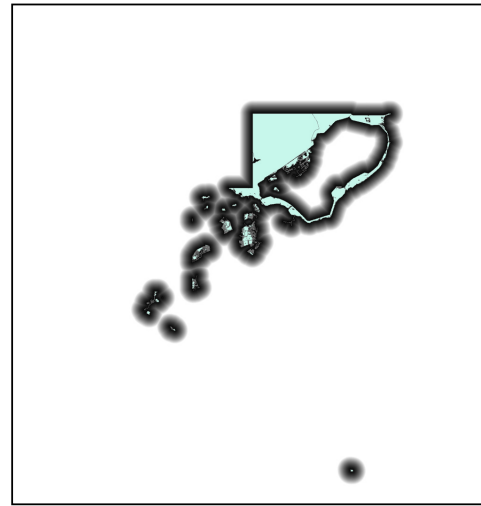


Figuur 1.2.8: Stroomschema GIS operaties voor berekening afstandsvariabelen

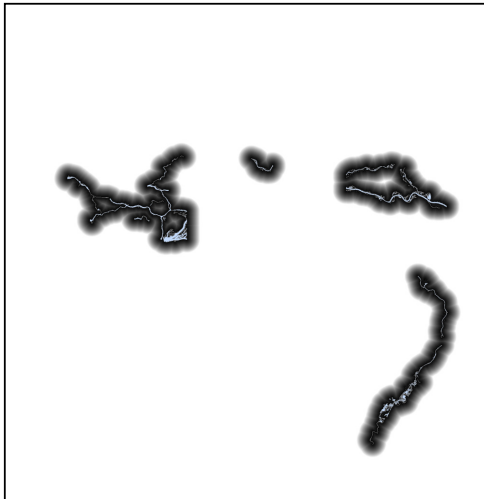
In figuur 1.2.9 t/m 1.2.19, zijn de verschillende afstandskarten weergegeven.



Figuur 1.2.9: (3a) Afstand tot kleine wateren



Figuur 1.2.10: (4a) Afstand tot meren / plassen



Figuur 1.2.11: (4b) Afstand tot grote rivieren



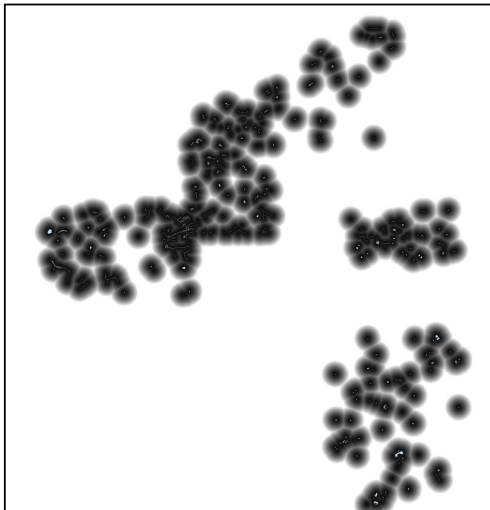
Figuur 1.2.12: (4c) Afstand tot kustwater



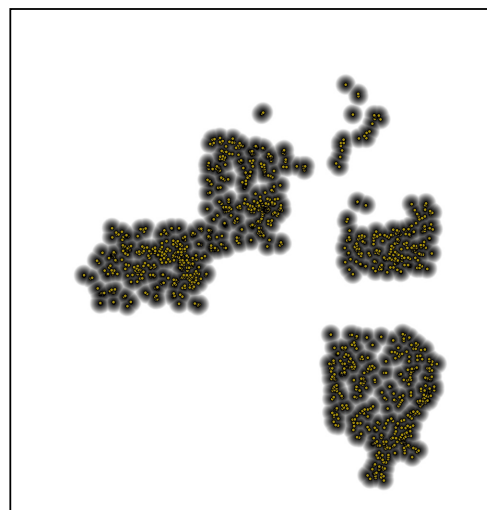
Figuur 1.2.13: (4d) Afstand tot riviertjes-beekjes



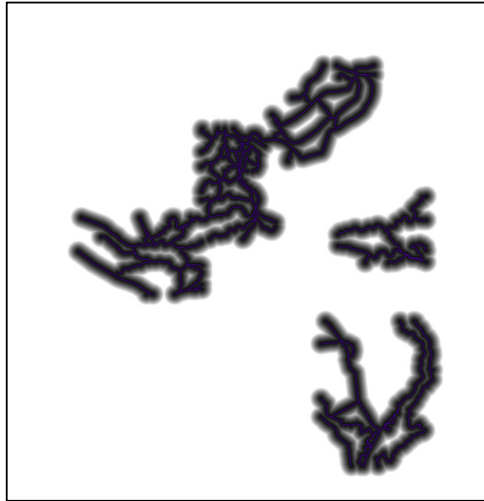
Figuur 1.2.14: (4e) Afstand tot kanalen en vaarten



Figuur 1.2.15: (4f) Afstand tot overige sloten



Figuur 1.2.16: Afstand tot overstorten



Figuur 1.2.17: Afstand tot recreatievaarten



Figuur 1.2.18: Afstand tot RWZI's



Figuur 1.2.19: Afstand tot zwemwater

NB: Bij de gebruikte procedure krijgen transactielocaties die binnen een waterlichaam vallen de afstandswaarde 0 mee. Omdat bij het uitvoeren van de Spatial Join alle transactielocaties die buiten het maximum bereik van de Euclidian distance analyse vallen (dus afstand > 5000 meter) ook de waarde 0 krijgen, zijn deze locaties in de eindtabel niet meer te onderscheiden van transactielocaties die gelegen zijn binnen waterlichamen. Daarom wordt na het vullen van alle afstandskolommen, nog per watertype een ruimtelijke selectie uitgevoerd van transactielocaties die binnen de verschillende watertypes vallen. De op deze wijze geselecteerde transactielocaties worden steeds de waarde 1 (1 meter toegekend), wat betekent dat de transactielocatie volgens de kaart in het water valt. Alle afstandswaarden 0 betekenen dus dat er geen waterlichamen binnen een afstand van 5000 meter liggen.

Omdat er door de conversies tussen vector en rasterbestanden locatieverschuivingen tot ca. 10 meter (breedte rastercel) en in uitzonderlijke gevallen tot ca. 14 meter (lengte diagonaal rastercel), afhankelijk van de positie van een transactielocatie t.o.v. een rastercel, is deze operatie ook nog eens herhaald met een buffer van 15 meter rondom de verschillende typen waterlichamen. Indien transactielocaties die binnen deze buffers vallen nog steeds een waarde 0 hebben is aan deze locaties een afstandswaarde van 5 meter toegekend. Dit bleek in totaal ca. 100 locaties te betreffen.

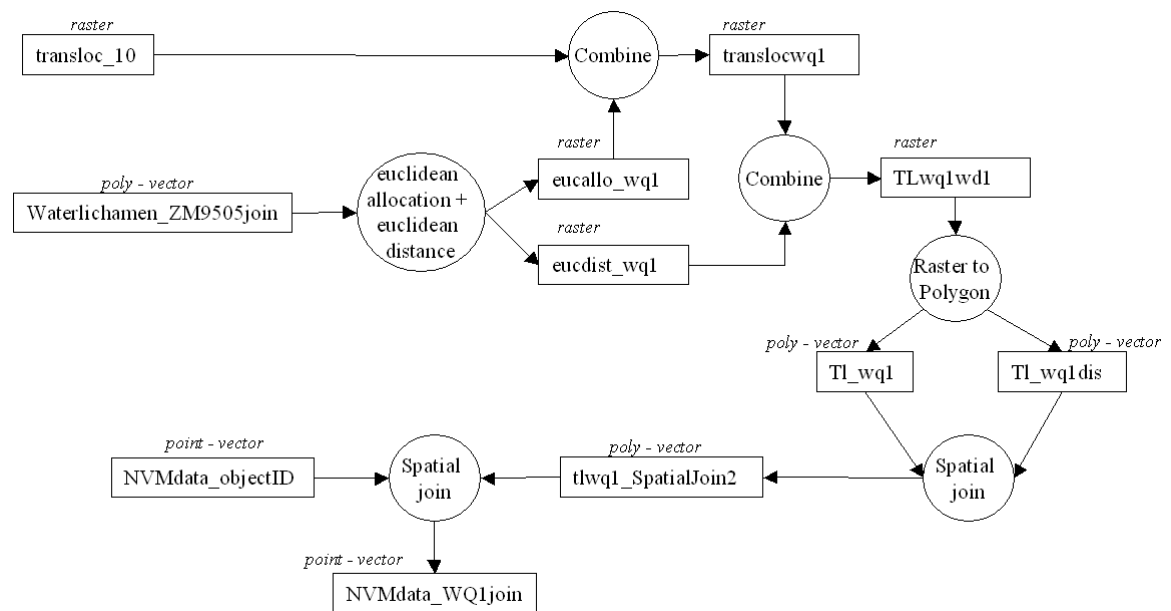
1.3 Waterkwaliteit van waterlichamen

Waterkwaliteitsmetingen zijn gebruikt voor de waterlichamen (of secties daarvan) waarin ze gelegen zijn. In dit geval worden transacties uit dezelfde meetperiode gekoppeld aan het dichtstbijzijnde waterlichaam met een waterkwaliteitswaarde uit dezelfde periode.

Voorafgaand aan de uitvoering van deze methode, zijn de waterlichamen van de totale waterlichamenkaart eerst zoveel mogelijk opgedeeld in verschillende secties. Dit is o.a. gedaan m.b.v. de GAF90¹² afwateringseenhedenkaart, de OWM vlakken waterlichamenkaart (beide in een zogenaamde 'Identity' operatie) en door een aantal grotere waterlichamen handmatig op te delen in secties. Hierna zijn de meetwaarden van nutriënten en zware metalen uit de periode 1995 – 2005 gekoppeld aan deze geprepareerde waterlichamenkaart genaamd: *Waterlichamen_ZM9505_join.shp*. Vervolgens is met een Euclidische allocatie een rasterkaart (10 meter celgrootte, 5000 meter maximale afstand) gemaakt waarin elke rastercel het identificatienummer (field 'water_id' in de transactievariabelentabel - *NVMdata_waterquality.dbf*) van het dichtstbijzijnde waterlichaam is toebedeeld (zie Figuur 3.6 in hoofdstuk 3). Bij deze euclidische allocatie is ook de optie aangevinkt om gelijk een euclidische afstandskaat te maken. Deze twee kaarten *EucAllo_WQ1* en *EucDist_WQ1* zijn vervolgens in twee 'combine' operaties gecombineerd met het 10 meter rasterbestand met transactielocaties *Trans_loc10* tot het rasterbestand *TLwq1wd1* dat vervolgens is omgezet in twee polygonenbestanden genaamd *tl_wq1.shp* en *tl_wq1dis.shp* die vervolgens in een spatial join weer zijn gecombineerd tot *tl_wq1_SpatialJoin2.shp*.

Vervolgens wordt een spatial join (JOIN_ONE_TO_ONE KEEP_ALL) uitgevoerd tussen het bestand *NVMdata_objectID.shp* (alle NVM transactielocaties zonder variabelen) en *tl_wq1_SpatialJoin2.shp*. Het resulterende bestand heet *NVMdata_WQ1join.shp* en bevat de afstanden tot en de identificatienummers van de dichtstbijzijnde waterlichamen met een waterkwaliteitsmeting. Dit betreft dus alleen de waterlichamen met één of meerdere waterkwaliteitsmetingen. Overige waterlichamen zijn weggelaten uit deze kaart. Al deze operaties zijn schematisch weergegeven in het stroomschema in figuur 1.3.1.

¹² Bron: <http://krw.ncgi.nl/krw/downloaden.asp?rb=achtergrond&versie=2004&download=geodata>



Figuur 1.3.1: Stroomschema GIS operaties voor berekening dichtstbijzijnde waterkwaliteit

Nadeel van de hierboven gebruikte methode is dat bij het bepalen van welk waterlichaam het meest dichtbij gelegen is, er geen onderscheid gemaakt kan worden in typen en grote van betreffende waterlichamen. In figuur 1.3.2 is goed te zien dat alle huizen die vallen in het lichtgroene vlak de waterkwaliteit krijgen toebedeeld van de sloot of kanaal zichtbaar in het westelijke deel van de kaart, omdat deze voor hen het meest dichtbijgelegen is. Het iets verder weg gelegen maar veel grotere waterlichaam in het oostelijke deel van de kaart wordt hierbij dus genegeerd terwijl een grotere impact van de waterkwaliteit van dit waterlichaam verwacht kan worden dan van het veel kleinere kanaaltje. Dit is de consequentie van de gebruikte methode. Hierbij moet echter wel gelijk vermeld worden dat in deze waterlichamenkaart alleen de waterlichamen zijn opgenomen waarin waterkwaliteitsmetingen verricht zijn. Aangenomen kan worden dat dit daarom waterlichamen zijn met enige relevantie t.a.v. waterkwaliteit. Over het algemeen betreft het ook waterlichamen van enige grootte. Kleine sloten zijn bijvoorbeeld niet opgenomen in de waterlichamenkaart.

Overigens is het tot op zekere hoogte wel mogelijk ongewenste meetwaarden uit de tabel te filteren, doordat in de transactievariabelentabel - NVMDdata_waterquality.dbf voor elke meetwaarde tevens de afstand tot het bijbehorende waterlichaam is opgenomen en het (KRW) watertype (maar nog niet onze typenindeling). Er zou voor gekozen kunnen worden bepaalde combinaties van grote afstanden met onbeduidende waterlichamen uit de tabel te zuiveren. Hierbij moet wel bedacht worden dat sommige waterlichamen zijn opgedeeld in verschillende secties en daardoor qua oppervlakte (die achteraf bepaald is) kleiner lijken dan zij in werkelijkheid zijn.



Figuur 1.3.2 Voorbeeld verschillende typen dichtstbijzijnde waterlichamen

De verschillende waterkwaliteitsmetingen van vijf verschillende waterkwaliteitsparameters over verschillende jaren en seizoenen resulteert in een groot aantal waterkwaliteitskaarten:

- zware metalen 1995 – 2005 per jaar (10x)
- chlorofyl-a 1995 – 2005 per winter en per zomerseizoen (20x)
- doorzicht 1995 – 2005 per winter en per zomerseizoen (20x)
- fosfaat 1995 – 2005 per winter en per zomerseizoen (20x)
- zuurstof 1995 – 2005 per winter en per zomerseizoen (20x)

Dit betreft in totaal 90 unieke waterlichamenkaarten van verschillende waterkwaliteitsparameters.

Om deze kaarten te maken zijn eerst vijf aparte puntkaarten gemaakt van respectievelijk zware metalen, chlorofyl, doorzicht, fosfaat en zuurstof met waterkwaliteitsmetingen over de periode 1995-2005. Omdat een deel van de waterkwaliteitsmeetlocaties niet goed zijn gepositioneerd t.o.v. de waterlichamen (door ofwel onnauwkeurigheid in de GPS positiebepaling, gegeneraliseerde grenzen van waterlichamen, missende waterlichamen of andere fouten) is een buffer gelegd rondom alle waterkwaliteitsmeetlocaties van 25 meter. Dit betreft het bestand *Nutrienten95_05_studyarea_Buffer25.shp*. Hierdoor kan een belangrijk deel van de onnauwkeurig gepositioneerde meetlocaties gekoppeld worden aan de waterlichamen waarbinnen deze in principe zouden moeten vallen. Deze operatie levert voor sommige waterlichamen die op ca. 25 meter of minder van elkaar zijn gelegen een toedeling van verkeerde meetwaarden op. Dit zal echter weinig

voorkomen, daar het overgrote deel van de waterlichamen op grotere afstand van elkaar gelegen zijn. Verder worden meerdere metingen binnen één waterlichaam gemiddeld, waardoor het effect van de verkeerde meetwaarde wordt verminderd. Kortom, het nadeel van deze methode weegt niet op tegen het voordeel, het kunnen selecteren van een veel groter aantal waterkwaliteitsmetingen.

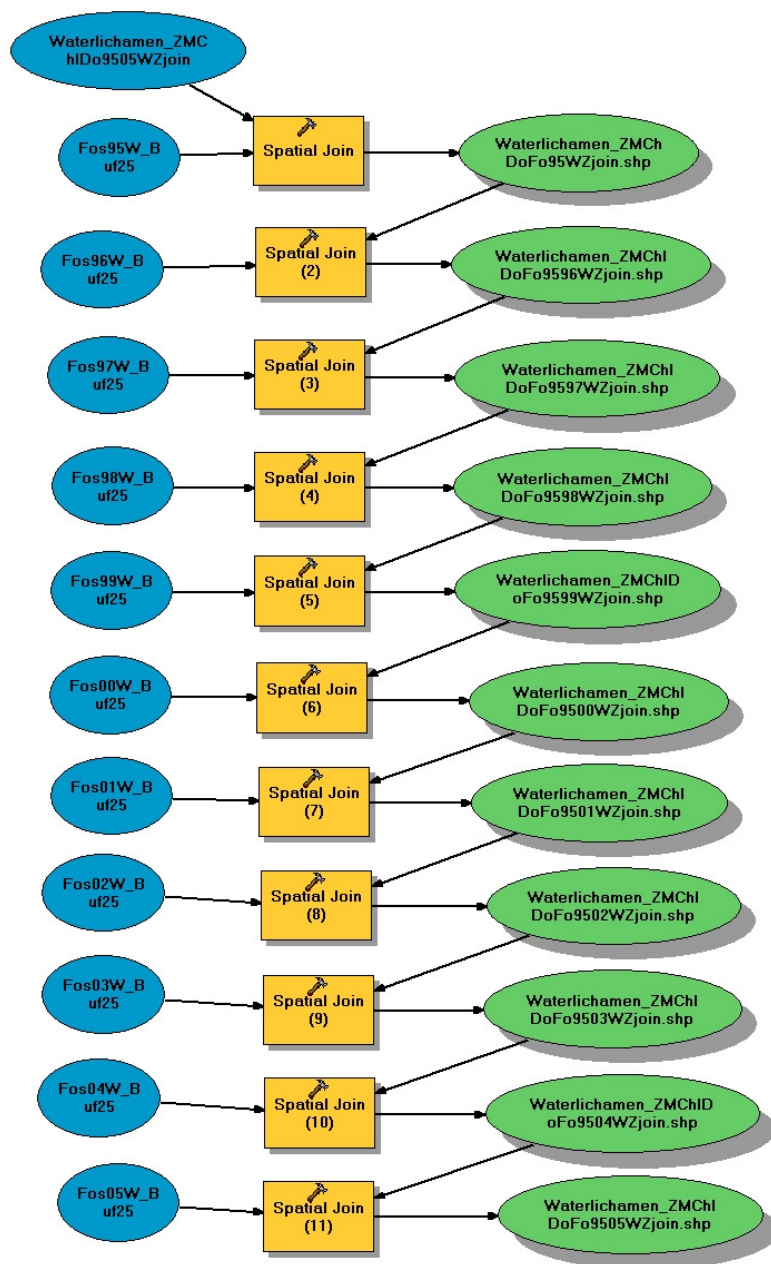
Vervolgens wordt met een attribuutselectie steeds een selectie gemaakt per waterkwaliteitsparameter van de gewenste jaren en in het geval van de nutriënten van het winter of zomerseizoen. Deze selectie wordt geëxporteerd naar een nieuwe shapefile met bijvoorbeeld de naam *Zuu05Z_Buf25.shp*. Dit betreft de parameter zuurstof in de zomer van 2005, waarbij 25buf aangeeft dat dit een gebufferde waterkwaliteitsmetinglocatie betreft. Vervolgens worden de overbodige kolommen verwijderd en wordt de belangrijkste kolom met de meetwaarde van de betreffende parameter hernoemd met een logische naam, bijvoorbeeld *Zuu05Z*. Deze kolomnaam zal uiteindelijk in de definitieve tabel met waterkwaliteit van dichtstbijzijnde waterlichamen terechtkomen.

Na het maken van deze 90 kaarten worden deze in een spatial join operatie gekoppeld aan de kaart met de eerder gemaakte kaart waterlichamen *Waterlichamen_ZM_nutrients_9505.shp*.

Aangezien er in een spatial join steeds maar twee kaarten tegelijk ‘ge-joined’ kunnen worden, is deze operatie geautomatiseerd mbv ArcGIS Modelbuilder, zie voorbeeld in figuur 1.3.3. Er zijn 9 verschillende modellen gebruikt om alle benodigde spatial joins te maken:

- zware metalen 1995 – 2005 (Model_ZM9505)
- chlorofyl-a 1995 – 2005 winter en chlorofyl-a 1995 – 2005 zomer (Model_Ch19505_W en Model_Ch19505_Z)
- doorzicht 1995 – 2005 winter en doorzicht 1995 – 2005 zomer (Model_Doo9505_W en Model_Doo9505_Z)
- fosfaat 1995 – 2005 winter en fosfaat 1995 – 2005 zomer (Model_Fos9505_W en Model_Fos9505_Z)
- zuurstof 1995 – 2005 winter en zuurstof 1995 – 2005 zomer (Model_Zuu9505_W en Model_Zuu9505_Z)

Bij het definiëren van de spatial joins is het belangrijk om niet te vergeten om het gemiddelde te nemen van de metingen per jaar (via de Merge rule Mean in de properties Join features in het menu van de spatial join functie) en telkens het model te valideren (Validate Entire Model). Dwz dat bij het gebruik van het model in Spatial Model Builder telkens na het toevoegen van een nieuwe laag (10x) de merge-rule ingesteld moet worden waarna het model gevalideerd moet worden alvorens de volgende laag toe te voegen en parameters in te stellen (indien dit niet gedaan wordt gaan de instellingen van de vorige laag weer verloren en wordt in plaats van Mean als merge rule de default merge rule First ingesteld!).



Valideer model, na elke definitie van parameters, dus 11x!!!

Figuur 1.3.3 Voorbeeld ArcGIS modelbuilder model voor het maken van de spatial joins met de Fosfaat waterkwaliteitsmetingen voor de zomers van 1995 tot en met 2005

De uiteindelijke samengestelde waterlichamenkaart met daarin alle waterkwaliteitswaarden is getiteld:

Waterlichamen_ZMChlDoFoZu9505WZjoin.shp en is hernoemd tot: *Waterlichamen_ZM_nutrients_9505join.shp*

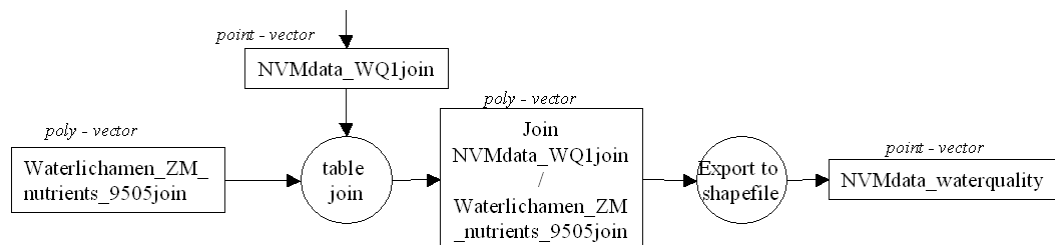
Vervolgens wordt deze kaart via het waterlichamen_id gejoined (normale join) met de eerder geconstrueerde kaart *NVMdata_WQ1join.shp* waarin afstanden tot dichtstbijzijnde waterlichamen (met identificatienummer) met een waterkwaliteitswaarde zijn opgenomen.

Parameters:

sleutelkolom 'Near_WBwq1' (ID van dichtstbijzijnde water) in *NVMdata_WQ1join.shp*

sleutelkolom 'water_id' in *Waterlichamen_ZM_nutrients_9505join.shp*

Ten slotte is het resulterende bestand geëxporteerd naar een nieuwe shapefile genaamd *NVMdata_waterquality.shp*. Zie tevens het stroomschema in figuur 1.3.4.



Figuur 1.3.4: Stroomschema GIS operaties voor berekening dichtstbijzijnde waterkwaliteit

Ten slotte zijn de twee bestanden *NVMdata_waterquality.shp* en *NVMdata_waterdistances.shp* (alle eerder gemaakte afstanden en geometrische variabelen) samengevoegd tot een totaalbestand getiteld *NVMdata_watervariables.shp*. Het DBF bestand *NVMdata_watervariables.dbf* dat onderdeel uitmaakt van dit ESRI Shape bestand is (na een aantal aanvullende controles en correcties) input voor de in hoofdstuk 4 beschreven regressieanalyses.

1.4 Kwaliteitsaspecten databestanden en uitgevoerde GIS operaties

Inleiding

Een uitgebreide ruimtelijke analyse met een grote hoeveelheid conversies en operaties leidt onvermijdelijk tot een opeenstapeling van kleine en/of grotere fouten. In deze analyse zijn we hoofdzakelijk geïnteresseerd in de grotere fouten omdat we verwachten dat kleine fouten geen of weinig invloed hebben op de uitgevoerde regressie-analyse. Het gaat er bijvoorbeeld niet om dat huis X op 2254 meter afstand van waterlichaam A is gelegen en huis Y op 2276 maar dat met enige zekerheid gezegd kan worden dat huis X dichterbij waterlichaam A ligt dan huis Y. Dat wil zeggen dat in deze analyse de relatieve getallen belangrijker zijn dan de absolute getallen.

Modellering

- Er is alleen gewerkt met Euclidische afstanden (hemelsbreed) niet met werkelijke reistijden. Evenmin is rekening gehouden met reistijden met verschillende vervoerstypen.

- Bij het verrasteren van vectorbestanden gaat altijd informatie verloren, door het gebruik van rastercellen van 10 meter kunnen maximaal verschuivingen van grenzen van waterlichamen of transactielocatie optreden tot ca. 14 meter (diagonale afstand 10 meter cel). Verwacht wordt echter dat het overgrote deel van de verschuivingen niet veel meer dan 5 meter zal bedragen.

- Waterkwaliteit van dichtstbijzijnde waterlichamen kan niet goed gemodelleerd worden daar er niet voldoende observaties voorhanden zijn. In de uitgevoerde analyse gaat het derhalve om de waterkwaliteit van dichtstbijzijnde waterlichamen met een waterkwaliteitsmeetpunt. Als alle transactielocaties tot een maximale afstand van 5000 meter worden meegenomen ontstaat er een relatief grote fout voor transactielocaties die dichtbij significante waterlichamen zonder meetlocatie liggen. Om dit te voorkomen moeten in de regressietabel selecties gemaakt worden op basis van de afstand tot het dichtstbijzijnde waterlichaam.

Consistentie

- De transactielocaties in Lelystad zijn gegeocodeerd op basis van postcode 6 in tegenstelling tot alle andere locaties, die op huisnummer gegeocodeerd zijn. Postcode 6 geocodingen zijn onnauwkeuriger dan huisnummer geocodingen.

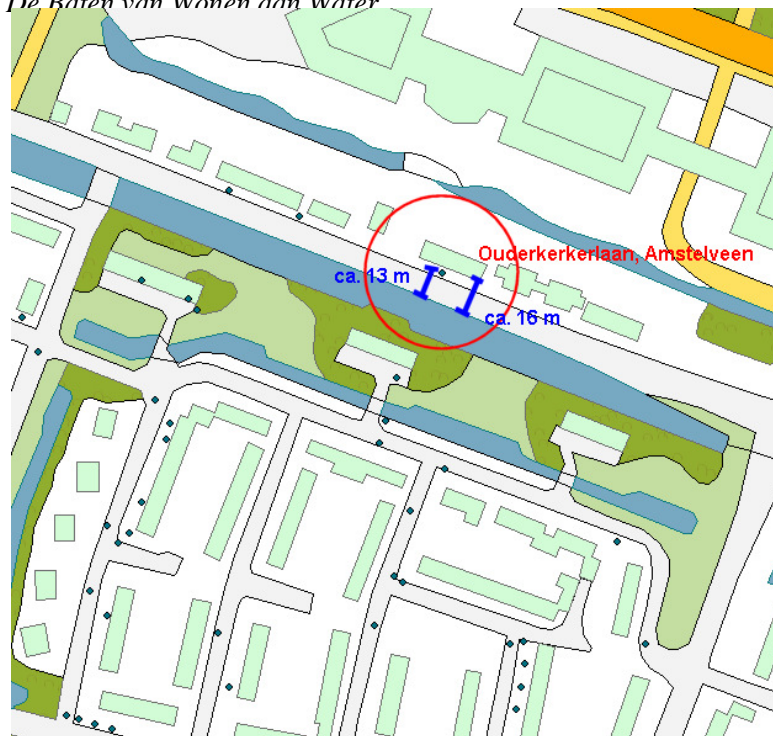
Locatienauwkeurigheid

- De waterlichamen van de TOP10 zijn mogelijk gegeneraliseerd, grenzen zijn niet altijd op de meter nauwkeurig.

- Nauwkeurigheid huisnummer geocoding is onbekend. In figuur x laat de huisnummer gegecodeerde posities zien van een aantal transactielocaties in Amstelveen. De puntlocaties van het transactielocatiebestand zijn hiervoor gelegd over het vlakkenbestand van de topografische kaart Nederland 1:10.000. Duidelijk valt te zien dat de puntlocaties niet exact overeenkomen met het centrale middenpunt van de betreffende huizen. De X, Y coördinaten van de transactielocatie wijken in dit geval ca. 7 meter af van het middelpunt van de huisbloklocatie volgens top10 vector. Voor andere huizen in deze buurt is deze afwijking tussen de 7 en 25 meter. Deze afstand hangt af van de relatie tussen straat en locatie huis en heeft te maken met de manier waarop de x, y coördinaten berekend worden. Bij gewone rijtjeshuizen lijkt de afwijking het kleinst, ca. 7-8 meter.

Dit heeft bijvoorbeeld consequenties voor de gemeten afstand tot het water. In het voorbeeld van figuur 1.4.1, wordt voor het huis aangegeven in de rode cirkel de afstand tot het water onderschat, deze in werkelijkheid groter. Deze afwijkingen beschouwen we als klein en niet relevant voor onze analyse. Echter, een vergelijkbare beschouwing buiten de stad levert andere resultaten op.

In figuur 1.4.2 zijn een aantal huizen weergegeven op de TOPvector kaart langs de Amstel in de buurt van Ouderkerk aan de Amstel. Tevens zijn twee transactielocaties aangegeven die niet overeen lijken te komen met de huizen op de TOP10vector kaart. Deze bij huizen in postcode 1391HM/ 1391HN ontbreken of op de TOP10kaart of ze zijn fout gegeocodeerd.



Figuur 1.4.1 Nauwkeurigheid huisnummer geocodering in de stad



Figuur 1.4.2 Nauwkeurigheid huisnummer geocodering in het landelijke gebied

Ook zijn er onnauwkeurigheden geconstateerd in de meetlocaties voor waterkwaliteit. Een substantieel aantal meetlocaties bleek niet in een door ons geselecteerd waterlichaam te vallen. Dit is deels het gevolg van het niet opnemen van kleine sloten in ons waterlichamenbestand.

Als we kijken naar de verdeling van de observaties op meetlocaties van nutriënten in de periode van 1995-2005 over de verschillende watertypen dan zien we het volgende:

Totaal aantal observaties: 35275 (2743 locaties)

Watertype	Aantal observaties
2a stadswater	5109
3a kleine wateren	3245
4a meren en plassen	5598
4b grote rivieren	1732
4c kustwateren	342
4d riviertjes en beken	1957
4e kanalen en vaarten	5088
4f sloten en plassen overig	1695
Sloten TOP10 (niet samenvallend 2a tm 4f)	4211
	28977
Totaal	

In totaal vallen dus 6298 observaties (op 548 verschillende locaties) buiten de in ons bestand aanwezige waterlichamen (*nutrients_outside_waterbodies.shp*). Deels blijkt dit te komen door onnauwkeurigheid in de locatie van meetobservatie of begrenzing waterlichaam. Verder missen er waarschijnlijk nog een aantal kleine waterlichamen in ons bestand en zijn er ongetwijfeld ook observaties met foutieve coördinaten.

Attribuut onnauwkeurigheid

- Bij de toewijzing van watertypen op basis van de OWM vlak en lijn bestanden aan waterlichamen van de TOP10 kunnen verkeerde toewijzingen plaatsvinden als gevolg van de ruimtelijke verschillen in polygoonvormen en segmentatie. De grootste fouten zijn in zoverre waargenomen handmatig hersteld.

Compleetheid

- In de TOP10 vector ontbreken een aantal beken en stroompjes, met name in Limburg. Deze zijn alsnog toegevoegd op basis van het OWM lijn bestand (gebufferd). Mogelijk ontbreken er nog meer waterlichamen.

- We hebben gebruik gemaakt van een vlakkenlaag uit de TOP10 vector voor de selectie van waterlichamen. Dit betekent dat bijvoorbeeld water onder bruggen niet in onze selectie voorkomt.

- Sloten zijn niet in de analyse opgenomen

Afstanden tot recreatievaarwegen

Dit is de meest onnauwkeurige afstandsvariabele omdat deze is gebaseerd op het bestand recreatievaarwegen dat alle vaarwegen in lijnen weergeeft. Dit betekent dat ook een recreatievaarweg door een meer gerepresenteerd is door een lijn. Ook al zijn er inderdaad specifieke vaarwegen op het water aangegeven, de afstand tot deze vaarwegen lijkt voor de recreatievaart niet bijzonder relevant omdat ook het gehele meer als vaarweg gezien kan worden. Ondanks dat aan de absolute afstanden in deze variabele niet te veel waarde

gehecht moet worden, kunnen de relatieve verschillen toch significante relaties opleveren en daarom is deze variabele toch meegenomen.

Afstanden tot zwemlocaties

Zwemlocaties zijn aangegeven via een puntenbestand terwijl het in werkelijkheid grotere oppervlaktes betreft (zie de zwemlocaties aangegeven in figuur x). Dit gegeven introduceert een onnauwkeurigheid in de afstandsanalyses.

Conclusies tav kwaliteitsaspecten

We concluderen dat de foutenbronnen in de constructie van de geometrische en afstandsvariabelen relatief klein zijn ten opzichte van de verschillende afstanden die huizen ten opzichte van water kunnen hebben. We schatten dat de orde van grootte in fout gemeten afstanden ligt tussen de 5 en 15 meter, alhoewel grotere fouten in principe mogelijk zijn als zowel begrenzingen van waterlichamen als transactielocaties maximaal onnauwkeurig zijn. Mogelijk heeft het werken met hemelbrede afstanden in plaats van reistijden een grotere invloed op het resultaat dan de positionele onnauwkeurigheden zelf.

Voor wat betreft de waterkwaliteit van dichtstbijzijnde waterlichamen komen hier nog een aantal onnauwkeurigheden bij als gevolg van de wisselende kwaliteit van de posities van de waterkwaliteitsmetingen en het feit dat voor vele waterlichamen waterkwaliteitsmetingen in het geheel ontbreken of slechts voor enkele stoffen beschikbaar zijn. Het verdient aanbeveling de invloed van deze onzekerheden op het eindresultaat nader te onderzoeken, bijvoorbeeld door het uitvoeren van de in de paragraaf 1.3 van deze bijlage (waterkwaliteit dichtstbijzijnde waterlichamen) genoemde alternatieve opties voor het bepalen van de invloed van waterkwaliteit op huizenprijzen, zoals het extrapoleren van meetwaarden naar alle waterlichamen.

1.5 Watertypen volgens KRW

De KRW kent vier categorieën watertypen: rivieren (18 watertypen), meren (32), overgangswateren (2) en kustwateren (3). De biologische en hydromorfologische kwaliteitselementen voor monitoring kunnen per categorie verschillen. De KRW hanteert daarnaast een indeling in natuurlijke, kunstmatige en sterk veranderde wateren. Een kunstmatig water is een oppervlaktewater dat door de mens is gecreëerd, zoals scheepvaartkanalen, grachten en havens. Een sterk veranderd water is een van oorsprong natuurlijk oppervlaktewater waarvan het karakter door menselijke activiteit substantieel veranderd is, zoals een gekanaliseerde beek. Een uitgebreide en geïllustreerde beschrijving van de verschillende watertypen is te vinden in de publicatie van STOWA (2005). Meer technische definitiebeschrijvingen van de KRW watertypen zijn te vinden in Elbersen et al. (2003) en specifieke informatie betreffende uitwisselingsformaten is te vinden in Teunis (2005). Hieronder is de KRW typenindeling weergegeven.

Meren (in cursief natuurlijke elementen)

M1. Gebufferde sloten (overgangssloten, sloten in rivierengebied)

M2. Zwak gebufferde sloten (poldersloten)

M3. Gebufferde (regionale) kanalen

M4. Zwak gebufferde (regionale) kanalen

M5. Ondiep lijnvormig water, open verbinding met rivier/geïnuundeerd (M5)

M6. Grote ondiepe kanalen

M7. Grote diepe kanalen

M8. Gebufferde laagveenloten

M9. Zwak gebufferde hoogveen sloten

M10. Laagveen vaarten en kanalen

M11. Kleine ondiepe gebufferde plassen (M11)

M12. Kleine ondiepe zwak gebufferde plassen (vennen) (M12)

M13. Kleine ondiepe zure plassen (vennen) (M13)

M14. Ondiepe (matig grote) gebufferde plassen (M14)

*M15. Ondiepe gebufferde meren VAN NATURE NIET IN NEDERLAND
VOORKOMEND*

M16. Diepe gebufferde meren (M16)

M17. Diepe zwakgebufferde meren (M17)

M18. Diepe zure meren (M18)

M19 (k). Diepe meren in open verbinding met rivier (Kunstmatig type)

M20. Matig grote diepe gebufferde meren (M20)

M21. Grote diepe gebufferde meren (M21)

M22. Kleine ondiepe kalkrijke plassen (M22)

M23. Ondiepe kalkrijke (grottere) plassen (M23)

M24. Diepe kalkrijke meren (M24)

M25. Ondiepe laagveenplassen (M25)

M26. Ondiepe hoogveenplassen/vennen (M26)

M27. Matig grote ondiepe laagveenplassen (M27)

M28. Diepe laagveenmeren (M28)

*M29 = M27(s.v.) Matig grote diepe laagveenmeren (= STERK VERANDERDE
VARIANT VAN M27)*

M30. Zwak brakke wateren (M30)

M31. Kleine brakke tot zoute wateren (M31)

M32. Grote brakke tot zoute wateren (M32)

Rivieren

R1. Droogvallende bron (R1)

R2. Permanente bron (R2)

R3. Droogvallende langzaamstromende bovenloop op zand (R3)

R4. Permanent langzaamstromende bovenloop op zand (R4)

R5. Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand (R5)

R6. Langzaam stromend riviertje op zand/klei (R6)

R7. Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei (R7)

R8. Zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klein (R8)

R9. Langzaam stromende bovenloop op kalkhoudende bodem (R9)

R10. Langzaam stromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem (R10)

R11. Langzaam stromende bovenloop op veenbodem (R11)

R12. Langzaam stromende middenloop/benedenloop op veenbodem (R12)

R13. Snelstromende bovenloop op zand (R13)

R14. Snelstromende middenloop/benedenloop op zand (R14)

R15. Snel stromend riviertje op kiezelhoudende bodem (R15)

R16. Snelstromende rivier/nevengeul op zandbodem of grind (R16)

R17. Snelstromende bovenloop op kalkhoudende bodem (R17)

R18. Snelstromende middenloop/benedenloop op kalkhoudende bodem (R18)

Overgangswateren

O1 (s.v.). estuarium met beperkt getijverschil (=STERK VERANDERDE VARIANT VAN O2)

O2. Estuarium met matig getijverschil (O2)

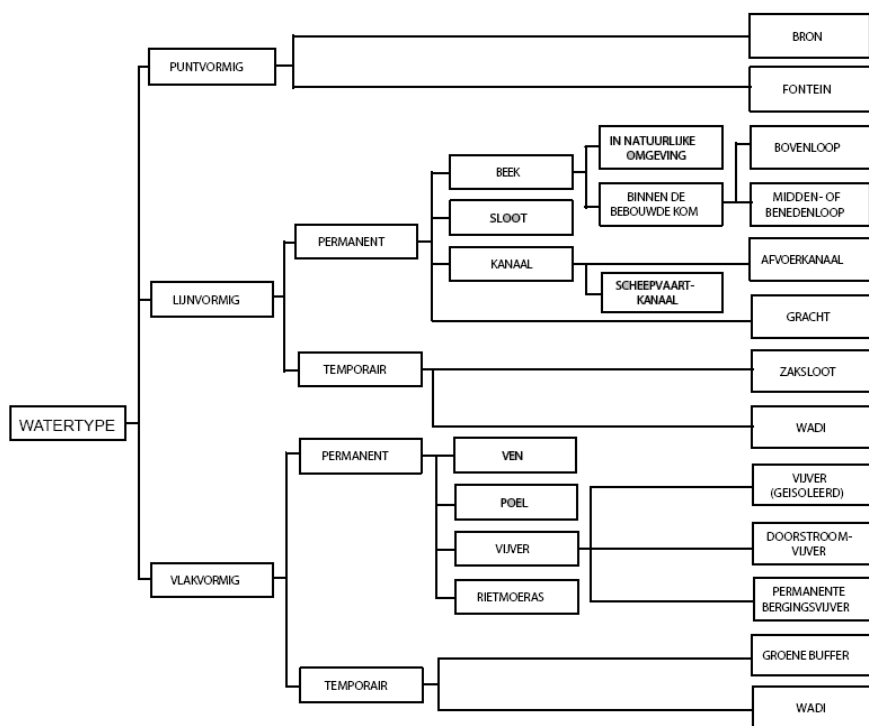
Kustwateren

K1. Polyhalien kustwater (K1)

K2. Beschut polyhalien kustwater (K2)

K3. Euhalien kustwater (K3)

Andere watertypen-indelingen zijn onder meer gegeven door Buskens en van Mullekom (2004). Zij hanteren een indeling op basis van geometrische vorm (de hoofdingeling die voor de meeste GIS vectorbestanden wordt gebruikt), temporele staat en functionele omschrijving, zie figuur 1.5.1. Ondanks dat dit voor GIS gebruik een geschikte indeling is, is hier geen gebruik van gemaakt omdat we geen beschikking hebben over waterlichamen waar in deze watertypenindeling gehanteerd is.



Figuur 1.5.1: Dendrogram met indeling van watertypen op grond van watersysteemkenmerken (aangepast naar Buskens en van Mullekom (2004))

1.6 Constructie basisbestanden waterlichamen OWM en TOP10

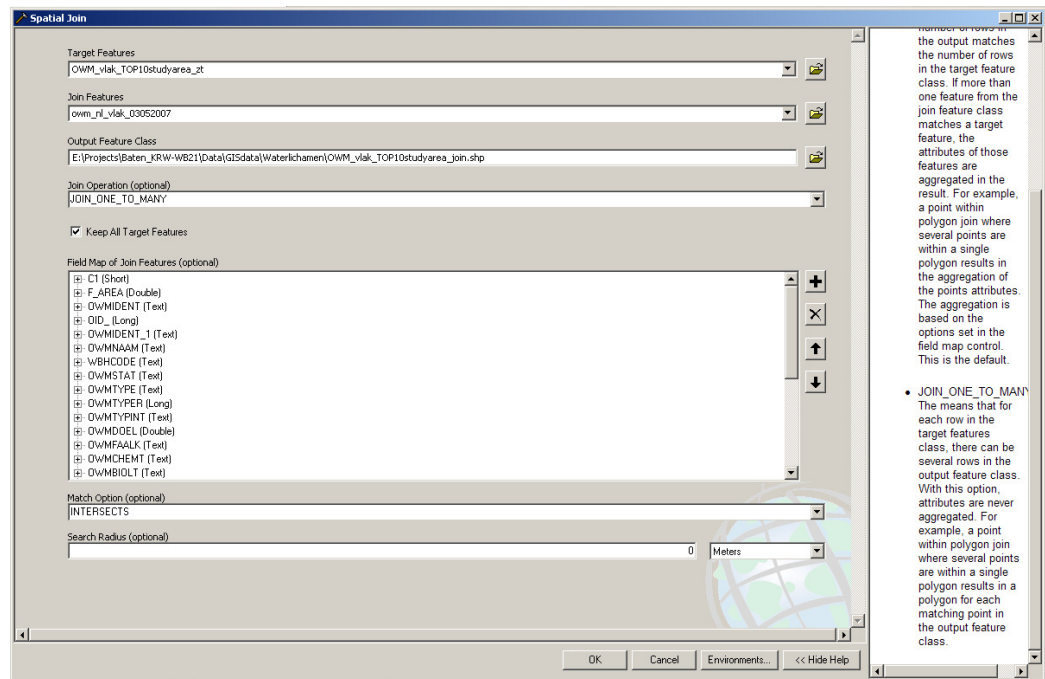
Deze paragraaf is in het Engels geschreven i.v.m. werkzaamheden door Engelstalige medewerker.

Construction of the 'TOP10-OWM vlakken' layer

- Spatially select from Top10_waterlichamen_m2.shp all waterbodies that intersect with Studiegebieden_merge.shp. Explode the selection with Advanced Editing tools (this is to make sure that all polygons are seen as separate polygons when calculating surfaces, so no multipart polygons). Save Top10_waterlichamen_m2.shp and clip it with Studiegebieden_merge.shp and name it Top10_waterlichamen_studyarea_m2.shp. Notice that the polygon areas in the column F_area are the areas of polygons PRIOR to clipping!!!, e.g. look at the polygons bordering the IJsselmeer.

- Spatially select from Top10_waterlichamen_studyarea_m2.shp the polygons that intersect with owm_nl_vlak_03052007.shp (the original OWM vlakken layer with KRW topology)

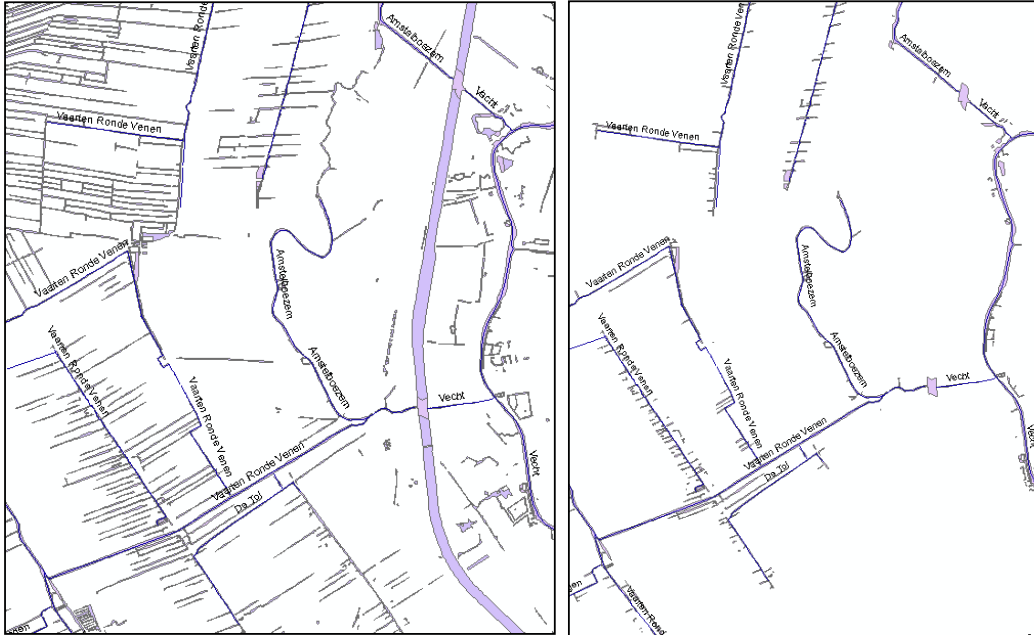
- Export the selection to a shapefile named OWM_vlak_TOP10studyarea_zt.shp (now unselect all selected polygons)
- Join OWM_vlak_TOP10studyarea_zt.shp with owm_nl_vlak_03052007.shp based on spatial location using Analysis Tools, Overlay, Spatial Join (each polygon will be given the attributes of the polygon from the layer being joined it intersects with) and name it OWM_vlak_TOP10studyarea_join.shp.



- Remove unnecessary attribute fields from OWM_vlak_TOP10studyarea_join.shp (keep layer with all attribute fields named OWM_vlak_TOP10studyarea_join_allattributes.shp)
- Dissolve OWM_vlak_TOP10studyarea_join.shp based on OWMNAME field to OWM_vlak_TOP10studyarea_join_dissolve.shp: and spatially join it to Dissolve OWM_vlak_TOP10studyarea_join.shp. Change Fieldmap properties of F_AREA to maximum (ie choose always the area of the biggest polygon so that for example the IJsselmeer the original area of the biggest IJsselmeer body is kept. Name the result OWM_vlak_TOP10studyarea_dissolvejoin.shp)
- Calculate new multipart polygon areas and name the resulting layer OWM_vlak_TOP10studyarea_m2.shp. Rename F_AREA to multip-area. In this layer multip-area is the area of the new multipart polygons and start_area is the area of the biggest single part polygon before the join. Note that especially near the borders of the study area the start_area polygons can be larger than the multip-area polygons!

Creating the TOP10-OWM line layer

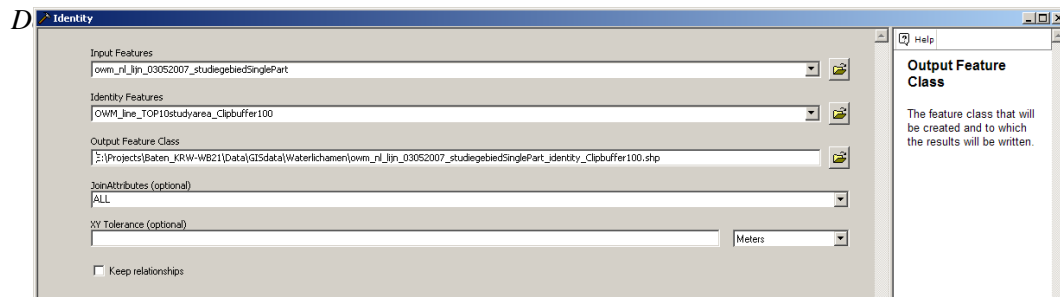
- Spatially select from Top10_waterlichamen_studyarea_m2.shp the polygons that intersect with owm_nl_lijn_03052007.shp (the original OWM lijn layer with KRW typology)
 - Export the selection to a shapefile named OWM_line_TOP10studyarea_all.shp (now unselect all selected polygons)



Left: OWM_line_TOP10studyarea_all.shp & owm_nl_lijn_03052007_studiegebied-Singlepart.shp

Right: OWM_line_TOP10studyarea_Clipbuffer100.shp & owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglepart.shp

- Clip owm_nl_lijn_03052007.shp to the studyarea, name it owm_nl_lijn_03052007_studiegebied.shp en make a 100 meter buffer around it and use it as a cliplayer for clipping OWM_line_TOP10studyarea_all.shp to OWM_line_TOP10studyarea_Clipbuffer100.shp
- Make a single part layer from owm_nl_lijn_03052007_studiegebied.shp (in edit mode – advanced editing, select all lines) and name it owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglepart.shp
- Segment this owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglepart.shp based on the polygons of OWM_line_TOP10studyarea_Clipbuffer100.shp (first make an extra id-field named ClipBuf100 to recognize the polygons from this layer) using ‘Identity’ and name it owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglePart_identity_Clipbuffer100.shp



- Make a new field line length and Calculate line length (Calculate Geometry under right mouse button)
- Summarize Field ClifBuf100 taking statistics of OWMname (first and last) OWMtype (first and last) and max line length. Name the table Sum_clipBuf100.dbf. Select by attributes:
 - SELECT FROM Sum_clipBuf100 WHERE "First_OWMT" <> "Last_OWMTY"
- This results in 73 line segments out of 2356 which need to be checked. This has been done by hand. Records with different OWMtypes of smaller line lengths or minor importance have been removed. This operation can be carried out automatically by choosing in the next spatial join for the ONE-TO-ONE option and by selecting at the option 'Field Map of Join Features' the field line length (properties: select Maximum).
- Join OWM_line_TOP10studyarea_Clipbuffer100.shp with owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglePart_identity_Clipbuffer100.shp on spatial location using Analysis Tools, Overlay, Spatial Join (each polygon will be given the attributes of the line from the layer being joined it intersects with, use the JOIN-ON-TO-ONE option) and name it OWM_line_TOP10studyarea_join1.shp.
- The result is a layer in which only a part of the polygons are joined to the water type attributes of owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglepart.shp (see attribute table e.g. field OWMTYPE). Polygons that are not joined are physically separated from the polygons that intersect with owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglePart_identity_Clipbuffer100.shp and are therefore removed from this layer (i.e. is exported as a separate layer named OWM_line_TOP10studyarea_join_leftovers.shp - probably we don't need this layer anymore as we will work with erase operations). To do this sort the table ascending on the basis of the field OWMTYPE and in edit mode, select all records that have no data for this field and export them and remove them. Rename the resulting layer to OWM_line_TOP10studyarea_join.shp.
- The result is still not perfect as in the TOP10-vector a part of the streams and canals from owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglePart_identity_Clipbuffer-100.shp is missing. With the following operation we can repair this omission to a large extent:
 - Use OWM_line_TOP10studyarea_join.shp to ERASE from owm_nl_lijn_03052007_studiegebiedSinglePart_identity_Clipbuffer100.shp the

lines already present. Name the resulting file OWM_missing_lineelements.shp. Notice that especially in Limburg a lot of the brooks and streams are missing in the TOP10 vector waterbodies map. As the line elements have no width we carry out a buffer operation to give these line elements appropriate widths. To do this we use a classification in water course width (Elbersen et al. 2003, pp. 33-35) to convert the OWM_missing_lineelements.shp layer via an attributed dependent bufferoperation to a polygon file with different water course widths.

The following queries were used to allocate the right course widths to a new field named Mean_width:

Width = 1

"OWMTYPE" = 'M30' OR "OWMTYPE" = 'M31' OR "OWMTYPE" = 'R3' OR
"OWMTYPE" = 'R4' OR "OWMTYPE" = 'R11' OR "OWMTYPE" = 'R13'

Width = 3

"OWMTYPE" = 'M1' OR "OWMTYPE" = 'M2' OR "OWMTYPE" = 'M8' OR
"OWMTYPE" = 'R12' OR "OWMTYPE" = 'R18' OR "OWMTYPE" = 'R14' OR
"OWMTYPE" = 'R5'

Width = 6

"OWMTYPE" = 'M10' OR "OWMTYPE" = 'M3' OR "OWMTYPE" = 'M4'

Width = 8

"OWMTYPE" = 'M6' OR "OWMTYPE" = 'M7' OR "OWMTYPE" = 'R15' OR
"OWMTYPE" = 'R6'

Width = 12

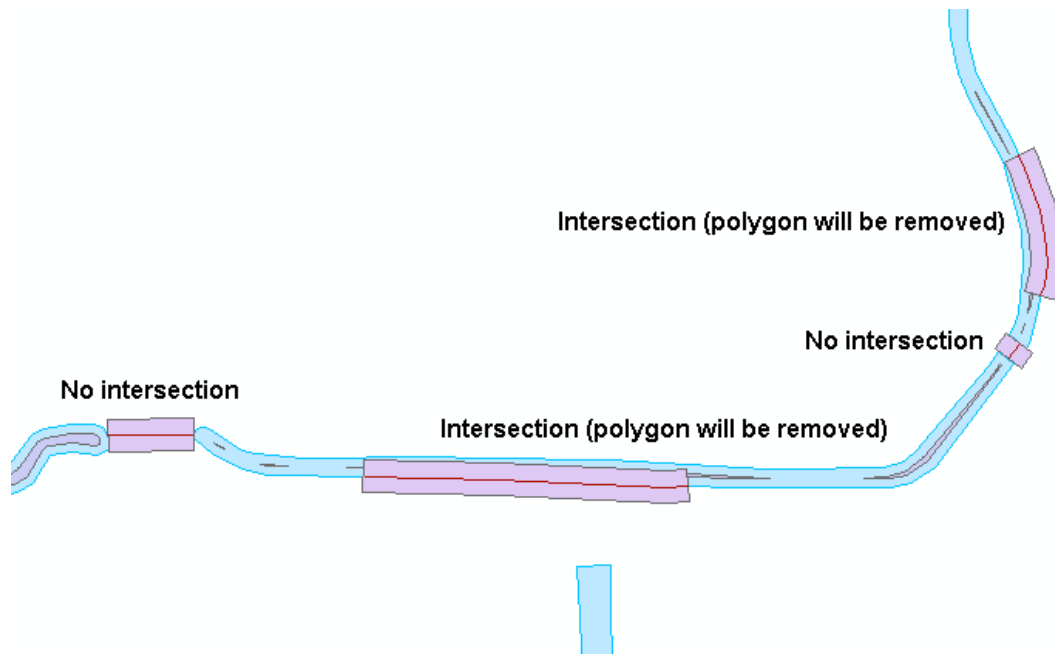
"OWMTYPE" = 'R7'

Now apply a full BUFFER operation (with FLAT end type and ALL dissolve) to OWM_missing_lineelements.shp using the Mean_width field as the buffer field. Name the new layer OWM_missing_lineelements_Buff.shp.

The result is satisfying even if in some rivers like the AmstelBoezem the buffers are far to narrow. This happens mainly on the locations where bridges cross the river and missing water (in the TOP10 vector waterbodies are not continuous but interrupted by bridges) is added via the buffer operation. Also a fairly large number of small polygons are added to existing stream and canals where the OWM_line layer was not intersecting with the TOP10 vector waterbodies.

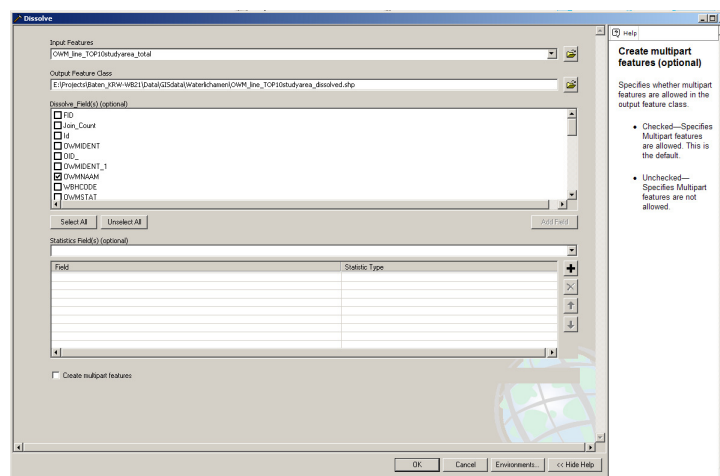
- A part of the 'missing' polygons in OWM_missing_lineelements_Buff.shp that overlap with OWM_line_TOP10studyarea_join.shp we can remove by carrying out a spatial selection of all polygons that intersect with OWM_line_TOP10studyarea_join.shp and removing them from the shapefile. To prevent however that all bufferelements intersect with this layer we will have to do an inside buffer operation on a spatial selection of all polygons that inter-

sect with OWM_line_TOP10studyarea_join.shp. This goes easier and faster in ArcView 3.3, in this case you have to take a buffer distance of minimal 3.4 meter (after trying first 4 meter, it turned out that 5 meter gave the best results). With this resulting layer, only polygons intersect that are really overlapping with a spatial selection of all polygons that intersect with OWM_line_TOP10studyarea_join.shp leading to the layer 'buff_inside5'. This layer is used to ERASE the outer part of OWM_line_TOP10studyarea_join.shp. The resulting layer is named: OWM_line_TOP10_erase_buff_inside5.shp.



- As OWM_missing_lineelements_Buff.shp is still a multipart feature layer, Explode it to make it a single part layer.
- Next carry out a spatial intersection between OWM_line_TOP10_erase_buff_inside5.shp and OWM_missing_lineelements_Buff.shp. Next open the attribute table and switch selection. Export the selection to a new layer named: OWM_line_TOP10_extended.shp
- As this layer contains many irregular curves with many vertices. Generalize the layer with Simplify Polygon (Point remove, maximum allowable offset 1) and name the layer OWM_line_TOP10_extended_Simp1.shp.
- Next, join OWM_line_TOP10_extended_Simp1.shp with OWM_missing_lineelements.shp on spatial location using Analysis Tools, Overlay, Spatial Join (each polygon will be given the attributes of the line from the layer being joined it intersects with, use the ONE-TO-ONE option) and name it OWM_missing_lineelements_join.shp.
- Finally MERGE this new layer OWM_missing_lineelements_join.shp with OWM_line_TOP10studyarea_join.shp and name it OWM_line_TOP10studyarea_total.shp

- Calculate area of polygons and name it
OWM_line_TOP10studyarea_total_m2.shp
- Remove unnecessary attribute fields from
OWM_line_TOP10studyarea_total_m2.shp (keep layer with all attribute fields
named OWM_line_TOP10studyarea_total_m2_allattributes.shp
- Dissolve OWM_line_TOP10studyarea_total_m2.shp based on field
OWMNAME to OWM_line_TOP10studyarea_total_m2_dissolve.shp and spa-
tially join it to OWM_line_TOP10studyarea_total_m2.shp. Change Fieldmap
properties of F-AREA to maximum. Name the result:
OWM_line_TOP10studyarea_total_m2_dissjoin.shp
- Calculate new multipart polygon areas and name the resulting layer
OWM_line_TOP10studyarea_m2.shp. Rename F_AREA to multiparea. In this
layer multiparea is the area of the new multipart polygons and start_area is the
area of the biggest single part polygon before the join. Note that especially near
the borders of the study area the start_area polygons can be larger than the multi-
parea polygons!



Creating the TOP10 rest layer without water typology

- Remove with ERASE (ArcInfo license: analysis tools – overlay – erase) from
Top10_waterlichamen_studyarea_m2.shp the waterbodies that overlap with
OWM_vlak_TOP10studyarea_join.shp. Name this layer:
Top10_waterlichamen_zonder_OWMvlak_m2.shp
- Remove with ERASE from Top10_waterlichamen_zonder_OWMvlak_m2 the
waterbodies that overlap with OWM_line_TOP10studyarea_total.shp and name
this layer Top10_waterlichamen_zonder_OWMvlaklijn_m2.shp
- Remove all polygons < 50 m2.

1.7 GIS bronbestanden

TOP10 vector - Topografische kaart Nederland 2003

Topografische Dienst Nederland TDN (licentie SPINlab)

OWMvlak – OWMlijn

(naam bronbestanden: owm_nl_vlak_03052007.shp en owm_nl_lijn_03052007.shp)
RIZA-RWS (Henny van den Heuvel)

Oppervlaktewaterlichamen - vlakken en lijnenvoor Rijn en Maas, zoals samengesteld voor de art. 5 rapportage voor de KRW in 2004 – Gegeneraliseerd (500 m nauwkeurig), bedoeld voor algemene indruk van de ligging van de waterlichamen.

Zie voor een uitgebreide toelichting op de gehanteerde attribuutnamen het RIZA document 'Uitwisseling geografische informatie tbv KRW', versie Versie: 1.0 – 5 oktober 2003.

Afwateringseenheden GAF90 (naam bronbestand: GAF90_NL.shp)

Web portaal Kaderrichtlijn Water (Openbare gegevens van 2004 / Algemeen/Downloaden/Basistabellen en geodata/geodata en andere achtergrondgegevens/afwateringseenheden als shapefile/gaf90_nl.zip)

Zwemwateren (naam bronbestand: zwemwater2006.shp)

RIZA-RWS (Willem Faber)

RWZI-locaties 2001/2002 (naam bronbestand: Roy Brouwer-lokaties rwzi's.dbf)

RIZA-RWS (Boris Teunis)

Overstortlocaties 2001/2002 (naam bronbestand: overstorten-nieuw2.xls)

RIZA-RWS (Boris Teunis)

Recreatievaarwegen (naam bronbestand: brtn_nr.shp)

Stichting Recreatie-KIC (Marco Duiker)

Bijlage 2: Regressie resultaten

Vechtstreek

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.927	.860	.859	.1852527

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5942.691	66	90.041	2623.675	.000
	Residual	970.838	28289	.034		
	Total	6913.529	28355			

b. Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.585	.061		91.091	.000
	q95_02	.059	.047	.005	1.256	.209
	q95_03	.005	.047	.000	.114	.909
	q95_04	.022	.047	.002	.470	.639
	q96_01	.078	.041	.012	1.890	.059
	q96_02	.146	.042	.021	3.507	.000
	q96_03	.142	.041	.023	3.449	.001
	q96_04	.149	.041	.023	3.604	.000
	q97_01	.209	.041	.031	5.042	.000
	q97_02	.230	.041	.041	5.660	.000
	q97_03	.229	.041	.040	5.633	.000
	q97_04	.265	.040	.055	6.600	.000
	q98_01	.288	.040	.075	7.285	.000
	q98_02	.333	.039	.094	8.434	.000
	q98_03	.372	.039	.108	9.428	.000
	q98_04	.399	.039	.130	10.158	.000
	q99_01	.447	.039	.138	11.366	.000
	q99_02	.508	.039	.157	12.923	.000
	q99_03	.556	.039	.170	14.131	.000
	q99_04	.593	.039	.185	15.071	.000

q00_01	.591	.039	.185	15.025	.000
q00_02	.621	.039	.206	15.823	.000
q00_03	.637	.039	.207	16.209	.000
q00_04	.624	.039	.203	15.874	.000
q01_01	.634	.039	.225	16.187	.000
q01_02	.660	.039	.237	16.837	.000
q01_03	.680	.039	.238	17.348	.000
q01_04	.678	.039	.236	17.292	.000
q02_01	.693	.039	.250	17.705	.000
q02_02	.720	.039	.268	18.400	.000
q02_03	.718	.039	.253	18.323	.000
q02_04	.714	.039	.243	18.204	.000
q03_01	.705	.039	.248	17.993	.000
q03_02	.714	.039	.258	18.219	.000
q03_03	.727	.039	.278	18.582	.000
q03_04	.751	.039	.281	19.193	.000
q04_01	.762	.039	.284	19.458	.000
q04_02	.778	.039	.285	19.875	.000
q04_03	.790	.039	.284	20.177	.000
q04_04	.802	.039	.298	20.483	.000
q05_01	.817	.039	.268	20.804	.000
q05_02	.838	.039	.298	21.394	.000
q05_03	.818	.039	.303	20.886	.000
q05_04	.843	.039	.313	21.547	.000
Oppervlaktem2	.697	.005	.488	145.145	.000
Isolatie	.010	.001	.032	11.128	.000
Garage	.041	.006	.015	6.414	.000
Eengezinswoning	.065	.003	.066	19.501	.000
Grachtenpand	.228	.025	.021	9.044	.000
Herenhuis, villa, landgoed	.387	.005	.260	73.550	.000
Dummy=1 als tuin op zuiden ligt	.011	.003	.010	4.347	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd voor 1906	-.109	.013	-.056	-8.546	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1906 en 1930	-.146	.012	-.114	-11.865	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1931 en 1944	-.148	.013	-.093	-11.838	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1945 en 1959	-.224	.013	-.124	-17.715	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1960 en 1970	-.290	.012	-.233	-23.694	.000

Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1971 en 1980	-.287	.012	-.191	-23.317	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1981 en 1990	-.218	.012	-.155	-18.032	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1991 en 2000	-.118	.012	-.069	-9.750	.000
Stedelijkheid	-.038	.001	-.101	-30.520	.000
Buurtinkomen	.624	.009	.183	71.133	.000
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg in m	-1.195E-06	.000	-.004	-1.626	.104
Afstand tot open groene ruimte	-5.941E-05	.000	-.016	-6.144	.000
Stadwater binnen 25m	.039	.004	.020	8.712	.000
Afstand tot meren en plassen	-8.396E-05	.000	-.241	-25.207	.000
Afstand tot meren en plassen kwadratisch	1.520E-08	.000	.232	23.865	.000
Doorzicht stads-water	.001	.000	.009	2.920	.004

a Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Rijnmond

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.914	.836	.835	.2112949

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	17160.629	67	256.129	5736.938	.000
	Residual	3377.927	75661	.045		
	Total	20538.557	75728			

b. Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.596	.039		143.346	.000
	q95_02	.041	.021	.005	1.982	.048
	q95_03	.033	.020	.005	1.681	.093
	q95_04	.035	.019	.005	1.782	.075
	q96_01	.095	.019	.014	4.925	.000
	q96_02	.126	.019	.019	6.540	.000
	q96_03	.132	.019	.021	7.020	.000
	q96_04	.165	.019	.026	8.710	.000
	q97_01	.184	.019	.031	9.876	.000
	q97_02	.246	.019	.041	13.161	.000
	q97_03	.241	.019	.041	12.903	.000
	q97_04	.265	.019	.046	14.283	.000
	q98_01	.300	.018	.054	16.285	.000
	q98_02	.327	.018	.080	18.613	.000
	q98_03	.351	.017	.097	20.209	.000
	q98_04	.379	.017	.107	21.889	.000
	q99_01	.412	.017	.125	23.931	.000
	q99_02	.469	.017	.140	27.183	.000
	q99_03	.490	.017	.150	28.455	.000
	q99_04	.532	.017	.154	30.778	.000

q00_01	.550	.017	.167	31.981	.000
q00_02	.583	.017	.173	33.825	.000
q00_03	.612	.017	.186	35.575	.000
q00_04	.622	.017	.190	36.139	.000
q01_01	.644	.017	.210	37.607	.000
q01_02	.671	.017	.220	39.223	.000
q01_03	.681	.017	.229	39.852	.000
q01_04	.707	.017	.235	41.335	.000
q02_01	.723	.017	.246	42.338	.000
q02_02	.751	.017	.253	43.988	.000
q02_03	.764	.017	.245	44.566	.000
q02_04	.772	.017	.256	45.152	.000
q03_01	.785	.017	.266	45.965	.000
q03_02	.795	.017	.267	46.527	.000
q03_03	.801	.017	.278	46.987	.000
q03_04	.800	.017	.282	46.963	.000
q04_01	.816	.017	.283	47.865	.000
q04_02	.835	.017	.294	49.003	.000
q04_03	.846	.017	.286	49.540	.000
q04_04	.847	.017	.289	49.598	.000
q05_01	.856	.017	.287	50.097	.000
q05_02	.862	.017	.307	50.616	.000
q05_03	.878	.017	.319	51.628	.000
q05_04	.881	.017	.327	51.898	.000
Oppervlaktem2	.765	.003	.504	237.922	.000
Isolatie	.003	.001	.010	5.480	.000
Garage	.049	.004	.021	13.163	.000
Eengezinswoning	.066	.002	.062	28.440	.000
Grachtenpand	.141	.023	.009	6.025	.000
Herenhuis, villa, landgoed	.307	.004	.193	87.507	.000
Dummy=1 als tuin op zuiden ligt	.011	.002	.009	5.474	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd voor 1906	-.188	.009	-.070	-21.932	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1906 en 1930	-.223	.008	-.126	-27.880	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1931 en 1944	-.255	.008	-.158	-32.248	.000

Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1945 en 1959	-.266	.008	-.155	-33.399	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1960 en 1970	-.281	.008	-.198	-36.050	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1971 en 1980	-.260	.008	-.186	-33.583	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1981 en 1990	-.186	.008	-.128	-24.150	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1991 en 2000	-.062	.008	-.043	-8.206	.000
Bevolkingsdichtheid per km ²	-8.949E-06	.000	-.073	-36.496	.000
Buurtinkomen	.497	.007	.138	75.503	.000
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation in m	-5.795E-06	.000	-.034	-19.558	.000
Afstand tot open groene ruimte	-8.325E-05	.000	-.017	-10.553	.000
Stadwater binnen 25m	.052	.003	.031	20.649	.000
Afstand tot kleine wateren	-5.300E-05	.000	-.056	-29.739	.000
Afstand tot kanalen en vaarten	-1.105E-05	.000	-.026	-15.747	.000
Wateroppervlak straal 1km	8.399E-08	.000	.045	28.087	.000
Doorzicht kanaal	.008	.001	.011	6.964	.000

a Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Flevoland

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.886	.785	.785	.1620634

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1758.914	59	29.812	1135.070	.000
	Residual	480.379	18290	.026		
	Total	2239.293	18349			

b. Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.274	.062		117.320	.000
	q95_02	-.585	.115	-.017	-5.080	.000
	q95_03	-.610	.115	-.018	-5.294	.000
	q95_04	-.616	.163	-.013	-3.792	.000
	q96_01	-.629	.115	-.019	-5.452	.000
	q96_02	-.554	.082	-.023	-6.767	.000
	q96_03	-.568	.163	-.012	-3.491	.000
	q96_04	-.607	.073	-.029	-8.262	.000
	q97_01	-.545	.094	-.020	-5.774	.000
	q97_02	-.604	.082	-.026	-7.373	.000
	q97_03	-.329	.163	-.007	-2.022	.043
	q97_04	-.453	.032	-.050	-14.240	.000
	q98_01	-.438	.013	-.127	-33.162	.000
	q98_02	-.410	.011	-.158	-38.300	.000
	q98_03	-.376	.010	-.164	-38.075	.000
	q98_04	-.329	.010	-.139	-32.758	.000
	q99_01	-.303	.009	-.144	-32.518	.000
	q99_02	-.247	.009	-.120	-26.784	.000

q99_03	-.185	.009	-.092	-20.317	.000
q99_04	-.182	.009	-.085	-19.272	.000
q00_01	-.131	.009	-.066	-14.545	.000
q00_02	-.126	.009	-.063	-13.930	.000
q00_03	-.089	.009	-.046	-10.062	.000
q00_04	-.073	.009	-.035	-7.823	.000
q01_01	-.088	.009	-.045	-9.817	.000
q01_02	-.060	.009	-.033	-7.055	.000
q01_03	-.054	.009	-.030	-6.333	.000
q01_04	-.030	.009	-.016	-3.507	.000
q02_01	-.032	.009	-.018	-3.763	.000
q02_03	-.007	.009	-.004	-.826	.409
q02_04	.013	.009	.007	1.433	.152
q03_01	.008	.009	.004	.921	.357
q03_02	.028	.009	.016	3.288	.001
q03_03	.008	.009	.004	.941	.347
q03_04	.022	.009	.011	2.412	.016
q04_01	.025	.009	.013	2.819	.005
q04_02	.030	.009	.015	3.374	.001
q04_03	.029	.009	.015	3.267	.001
q04_04	.027	.009	.013	2.852	.004
q05_01	.055	.010	.023	5.420	.000
q05_02	.049	.009	.023	5.266	.000
q05_03	.047	.009	.024	5.235	.000
q05_04	.055	.009	.029	6.197	.000
Oppervlakte2	.629	.007	.394	89.421	.000
Isolatie	.009	.001	.039	9.754	.000
Garage	.068	.005	.053	14.258	.000
Eengezinswoning	.024	.011	.030	2.237	.025
Grachtenpand	.118	.062	.007	1.888	.059
Herenhuis, villa, landgoed	.270	.011	.331	23.628	.000
Tuin (1=ja)	.017	.006	.009	2.603	.009
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1960 en 1970	-.208	.014	-.066	-15.153	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1971 en 1980	-.180	.009	-.158	-20.174	.000

Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1981 en 1990	-.090	.008	-.123	-10.827	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1991 en 2000	-.013	.008	-.019	-1.653	.098
Bevolkingsdichtheid per km2	-1.525E-05	.000	-.081	-18.254	.000
Buurtinkomen	.394	.012	.130	33.808	.000
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation in m	1.151E-05	.000	.082	18.524	.000
Afstand tot open groene ruimte	-.000	.000	-.063	-16.834	.000
Afstand tot kleine wateren	-2.917E-05	.000	-.034	-8.823	.000
Afstand tot meren en plassen	-1.358E-05	.000	-.042	-11.523	.000

a Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Maasplassen

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.870	.757	.755	.2082275

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1495.992	67	22.328	514.966	.000
	Residual	480.544	11083	.043		
	Total	1976.536	11150			

b. Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.998	.143		41.900	.000
	q95_02	.235	.135	.013	1.750	.080
	q95_03	.375	.131	.022	2.870	.004
	q95_04	.305	.120	.024	2.533	.011
	q96_01	.213	.115	.021	1.854	.064
	q96_02	.327	.128	.021	2.562	.010
	q96_03	.305	.125	.021	2.436	.015
	q96_04	.278	.118	.023	2.353	.019
	q97_01	.302	.116	.027	2.592	.010
	q97_02	.419	.120	.033	3.484	.000
	q97_03	.341	.113	.038	3.033	.002
	q97_04	.291	.114	.030	2.561	.010
	q98_01	.363	.114	.036	3.181	.001
	q98_02	.344	.118	.029	2.911	.004
	q98_03	.495	.116	.045	4.254	.000
	q98_04	.532	.110	.071	4.838	.000
	q99_01	.617	.111	.075	5.552	.000
	q99_02	.616	.106	.164	5.828	.000

q99_03	.675	.105	.223	6.414	.000
q99_04	.696	.105	.263	6.626	.000
q00_01	.729	.105	.289	6.948	.000
q00_02	.756	.105	.304	7.200	.000
q00_03	.759	.105	.298	7.229	.000
q00_04	.791	.105	.313	7.533	.000
q01_01	.793	.105	.329	7.558	.000
q01_02	.808	.105	.345	7.704	.000
q01_03	.847	.105	.360	8.072	.000
q01_04	.841	.105	.357	8.015	.000
q02_01	.865	.105	.387	8.247	.000
q02_02	.911	.105	.399	8.690	.000
q02_03	.897	.105	.373	8.552	.000
q02_04	.901	.105	.400	8.599	.000
q03_01	.899	.105	.429	8.585	.000
q03_02	.912	.105	.443	8.705	.000
q03_03	.920	.105	.436	8.781	.000
q03_04	.934	.105	.471	8.919	.000
q04_01	.940	.105	.461	8.979	.000
q04_02	.970	.105	.500	9.268	.000
q04_03	.972	.105	.462	9.282	.000
q04_04	.989	.105	.484	9.439	.000
q05_01	.989	.105	.461	9.441	.000
q05_02	1.000	.105	.483	9.546	.000
q05_03	1.015	.105	.498	9.688	.000
q05_04	1.011	.105	.519	9.658	.000
Oppervlaktem2	.678	.009	.508	75.588	.000
Isolatie	.011	.001	.047	7.785	.000
Garage	.061	.007	.046	9.048	.000
Eengezinswoning	.020	.008	.022	2.549	.011
Grachtenpand	.194	.209	.004	.927	.354
Herenhuis, villa, landgoed	.245	.010	.231	24.378	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd voor 1906	-.149	.021	-.043	-7.124	.000
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1906 en 1930	-.135	.017	-.057	-7.832	.000

Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1931 en 1944	-.115	.017	-.049	-6.605	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1945 en 1959	-.073	.015	-.043	-4.713	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1960 en 1970	-.147	.014	-.125	-10.389	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1971 en 1980	-.151	.014	-.143	-10.970	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1981 en 1990	-.128	.014	-.130	-9.381	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1991 en 2000	.002	.013	.002	.134	.893
Stedelijkheid	-.027	.003	-.066	-10.420	.000
Buurtinkomen	.442	.019	.119	22.873	.000
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg in m	2.041E-06	.000	.010	1.832	.067
Afstand tot open groene ruimte	-.000	.000	-.030	-5.643	.000
Stadwater binnen 25m	.036	.017	.010	2.104	.035
Afstand tot kleine wateren	-7.568E-05	.000	-.064	-3.409	.001
Afstand tot beekjes	-2.159E-05	.000	-.044	-8.018	.000
Afstand tot kleine wateren kwadratisch	2.932E-08	.000	.040	2.122	.034
Doorzicht stadswater	.012	.001	.112	21.701	.000
Doorzicht beekjes	.009	.001	.065	10.874	.000

a Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Gelderse Poort

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.885	.784	.782	.1799204

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	909.208	67	13.570	419.206	.000
	Residual	251.040	7755	.032		
	Total	1160.248	7822			

b. Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprijs

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7.120	.096		74.180	.000
	q95_03	-.582	.180	-.017	-3.227	.001
	q95_04	-.582	.180	-.017	-3.226	.001
	q96_01	-.541	.181	-.016	-2.996	.003
	q96_02	-.575	.091	-.034	-6.336	.000
	q96_03	-.552	.081	-.036	-6.786	.000
	q96_04	-.684	.128	-.028	-5.342	.000
	q97_02	-.423	.105	-.022	-4.045	.000
	q97_03	-.359	.181	-.011	-1.985	.047
	q98_01	-.405	.128	-.017	-3.171	.002
	q98_03	-.380	.105	-.019	-3.630	.000
	q98_04	-.224	.180	-.007	-1.242	.214
	q99_01	-.343	.041	-.045	-8.324	.000
	q99_02	-.274	.024	-.065	-11.582	.000
	q99_03	-.298	.022	-.076	-13.420	.000
	q99_04	-.257	.023	-.062	-10.939	.000
	q00_01	-.216	.022	-.055	-9.661	.000
	q00_02	-.186	.019	-.057	-9.653	.000

q00_03	-.196	.020	-.056	-9.620	.000
q00_04	-.175	.021	-.047	-8.157	.000
q01_01	-.103	.020	-.030	-5.152	.000
q01_02	-.100	.019	-.031	-5.292	.000
q01_03	-.098	.018	-.033	-5.482	.000
q01_04	-.102	.019	-.033	-5.489	.000
q02_01	-.078	.014	-.037	-5.757	.000
q02_02	-.046	.013	-.022	-3.404	.001
q02_03	-.043	.013	-.022	-3.294	.001
q02_04	-.037	.013	-.018	-2.756	.006
q03_01	-.023	.011	-.014	-2.026	.043
q03_02	-.017	.011	-.011	-1.538	.124
q03_03	-.023	.011	-.014	-2.047	.041
q04_01	-.004	.011	-.002	-.326	.744
q04_02	-.004	.011	-.002	-.342	.733
q04_03	.010	.011	.006	.892	.372
q04_04	.015	.011	.010	1.386	.166
q05_01	.033	.013	.018	2.646	.008
q05_02	.027	.012	.016	2.267	.023
q05_03	.034	.012	.020	2.873	.004
q05_04	.022	.012	.013	1.912	.056
Oppervlakte2	.719	.010	.586	74.580	.000
Isolatie	.019	.002	.084	9.062	.000
Garage	.001	.012	.000	.064	.949
Eengezinswoning	.034	.007	.044	4.649	.000
Herenhuis, villa, landgoed	.274	.010	.243	26.691	.000
Dummy=1 als tuin op zuiden ligt	.002	.005	.002	.409	.683
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd voor 1906	-.019	.020	-.010	-.953	.341
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1906 en 1930	-.035	.019	-.025	-1.864	.062
Dummy met waarde 1 als ge- bouwd tussen 1931 en 1944	-.050	.019	-.030	-2.605	.009

Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1945 en 1959	-.083	.018	-.062	-4.526	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1960 en 1970	-.137	.018	-.135	-7.608	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1971 en 1980	-.145	.017	-.131	-8.297	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1981 en 1990	-.088	.017	-.077	-5.183	.000
Dummy met waarde 1 als gebouwd tussen 1991 en 2000	-.047	.016	-.053	-2.859	.004
Stedelijkheid	-.018	.003	-.053	-5.799	.000
Buurtinkomen	.372	.018	.137	20.752	.000
Afstand tot dichtstbijzijnde treinstation in m	-2.310E-05	.000	-.116	-10.648	.000
Afstand tot dichtstbijzijnde snelweg in m	3.023E-05	.000	.128	15.611	.000
Afstand tot open groene ruimte	.000	.000	-.042	-6.774	.000
Stadwater binnen 25m	.058	.013	.024	4.498	.000
Afstand tot kleine wateren	-6.943E-05	.000	-.069	-9.615	.000
Afstand tot grote rivieren	-4.579E-05	.000	-.136	-5.538	.000
Afstand tot beekjes	-1.763E-05	.000	-.048	-1.652	.099
Afstand tot grote rivieren kwadratisch	1.190E-08	.000	.163	7.246	.000
Afstand tot beekjes kwadratisch	3.847E-09	.000	.060	2.062	.039
Doorzicht stadswater	.003	.001	.026	3.310	.001
Doorzicht kleine wateren	.059	.017	.018	3.408	.001
Doorzicht rivier	.005	.001	.035	4.052	.000

De Baten van Wonen aan Water

Doorzicht beek- jes	.007	.002	.025	3.958	.000
------------------------	------	------	------	-------	------

a Dependent Variable: natuurlijk logaritme van de transactieprij